

**ДЕРЖАВНЕ АГЕНСТВО З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
НААН УКРАЇНИ**

РЕКОМЕНДАЦІЇ

**з технології вирощування та переробляння
павловнії в умовах Лісостепу України**

**КИЇВ
ЦП «КОМПРИНТ»
2020**

УДК 633.282: 620.95

ББК 42

**РЕКОМЕНДАЦІЇ З ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПАВЛОВНІЇ
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ / за редакцією М.Я. Гументика, О.О.Ягольника.**

Рекомендовано до друку Вченою Радою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, протокол № 17 від 17 листопада 2020 р.

Рецензенти:

Саблук В. Т. доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. відділу фітопатології і ентомології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Іваніна В. В. доктор сільськогосподарських наук, зав. відділу агрохімії Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

М 54 Авторський колектив:

М. В. Роїк, Ю. А. Шафаренко, В. М. Сінченко, М. Я. Гументик, О. М. Ганженко, Я. Д. Фучило, В. С. Бондар, А. В. Фурса, В. М. Квак, Г. С. Гончарук, М. М. Харитонов, В. І. Лопушняк, М.І. Федорчук, О. В. Балагура, Л.І. Сторожик, О.М. Грищенко, В. В. Чернуський, С. М. Мандровська, Н. С. Ковальчук, Н. С. Бех, М. О. Корнєєва, В. М. Кателевський, В. М. Гументик, О. Ю. Кукош.

ISBN 978-617-8007-33-1

У методичних рекомендаціях викладено основні підходи до технології вирощування та збирання нової для України біоенергетичної культури павловнії, яка може бути використана сільськогосподарськими підприємствами, фермерськими та особистими господарствами як високоякісна сировина для виготовлення твердих видів біопалива, отримання деревини для виготовлення будівельних матеріалів, меблів і як кормова культура та медонос.

Адреса редакційної колегії: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, Київ – 110, 03110, тел. (044) 275-50-00; факс (044) 275-53-55.

Формат 60×84/16. Наклад 300 пр. Ум. друк. арк. 4,9. Зам. № 1291.

Виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»

03150, Київ, вул. Предславинська, 28

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.

ISBN 978-617-8007-33-1

УДК 633.282: 620.95

ББК 42

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ	5
ВСТУП	7
1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПАВЛОВНІЇ	9
1.1. Вирощування садивного матеріалу павловнії	13
2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПАВЛОВНІЇ	22
2.1. Агротехнологічні умови вирощування саджанців павловнії на промислових плантаціях	22
2.2. Вибір місця та підготовка ділянки під плантацію павловнії.....	23
2.3. Основний обробіток ґрунту для садіння павловнії	24
2.3.1. Дискування поля.....	25
2.3.2. Глибока оранка.....	29
2.4. Вирівнювання ґрунту	32
2.5. Підготовка поля та лунок для садіння павловнії.....	33
2.6. Схеми закладання плантації павловнії	34
2.7. Посадка саджанців.....	36
3. ДОГЛЯД ЗА ПЛАНТАЦІЄЮ ПАВЛОВНІЇ	38
3.1. Захист плантації павловнії від бур'янів	42
3.2. Захист плантації павловнії від шкідників і хвороб.....	46
3.3. Розпушування ґрунту в міжряддях	47
3.4. Особливості поливу павловнії на плантації.....	51
3.5. Пасинкування дерев павловнії.....	56
3.6. Технологічний зріз стовбурів павловнії	57
3.7. Збирання біомаси павловнії.....	59
3.8. Сумісне вирощування павловнії з іншими сільськогосподарськими культурами.....	60
3.9. Використання деревини та біомаси павловнії.....	61
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НААН України - Національна академія аграрних наук України;

ІБКіЦБ – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків;

ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;

АВП – альтернативні види палива;

БМ – біомаса;

ОР – органічна речовина;

СР – суха речовина;

СОР – суха органічна речовина;

ФАР – фотосинтетична активна радіація тис. м²/га добу;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

т у. п. – тонна умовного палива (1 т у. п. = 7 000 ккал) ;

т н. е. – тонна нафтового еквіваленту (1 т н. е. = 10 000 ккал).

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Ex vitro – організми (рослини), вилучені з культури тканин та пересажені в теплиці або у відкритий ґрунт.

In vitro – техніка виконання експерименту оздоровлення, клонування та інших маніпуляцій у ізольованих асептичних умовах при контрольованому середовищі, температурі, вологості та інших факторах життєдіяльності.

Альтернативні види палива – тверді, рідкі та газоподібні палива, які є альтернативою відповідним традиційним видам палива, що виробляються з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини.

Альтернативні джерела енергії – не викопні джерела енергії, що постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі, такі як: енергія сонця, вітру, геотермальна, аеротермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу з каналізаційно-очисних станцій, біогазів.

Апікальна меристема – верхівкова утворювальна тканина стебел і коренів. Апікальні, чи верхівкові, меристеми розташовані на кінцях головного й бічних вегетуючих пагонів і кінчиках коренів усіх порядків – це координуючі центри рослин, що визначають її морфогенез.

Біоенергетика – галузь енергетики, яка базується на використанні біопалива, що виготовляється на основі біомаси.

Біоенергетична плантація – спеціально висаджена на відповідних площах швидкоросла деревна рослинність для одержання біомаси, з якої може бути виготовлене біопаливо.

Біоенергетичні культури – деревні, трав'яні та водоростеві рослини, сировина яких використовується для виробництва біопалива й різних видів енергії.

Біологічні види палива (біопалива) – тверді, рідкі та газоподібні палива, що виготовлені з біологічно-відновлюваної сировини (біомаси) й використовуються як паливо або компонент інших видів палива.

Біомаса – не викопна біологічно-відновлювана речовина органічного походження у вигляді продуктів, відходів і залишків лісового, сільського господарства (рослинництва й тваринництва), рибного господарства та технологічно пов'язаних із ними галузей промисловості, а також промислові чи побутові відходи, здатні до біологічного розкладу.

Вегетаційний період – термін росту та розвитку конкретного сорту або виду рослини від масових сходів до дозрівання й збирання врожаю. Тривалість вегетації визначає й категорію біологічної стиглості культури за певних кліматичних умов.

Геміцелюлоза (або напівклітковина) – вища молекулярна сполука, що займає проміжне положення між крохмалем і целюлозою, однак на відміну від останньої краще розчиняється. В рослинах геміцелюлоза виконує функцію опорного конструкційного матеріалу та резерву поживних речовин.

Кореневий живець – відрізок кореня рослин, який використовується як садивний матеріал під час вегетативного розмноження.

Кореневі паростки – молоді рослини, що утворилися на коренях дерев від придаткових бруньок.

Мікроклональне розмноження рослин – вегетативне (масове) розмноження рослин у стерильних умовах *in vitro*, що забезпечує збереження генетично-однорідного матеріалу і виключає появу генетично змінених форм.

Морфогенез (від грец. *Morphê* – «форма» і *genesis* – «утворення») в біології – процес виникнення й розвитку органів, систем і частин тіла організмів під час їх індивідуального розвитку (онтогенезу).

Пагін – один із основних органів вищих рослин (пристосований до асиміляції, транспірації й розмноження, який відростає від кореневища та має листостеблову структуру (стебло, листки, бруньки). Місце прикріплення листка на пагоні називають вузол, ділянку пагона між вузлами - міжвузлям.

Пасинок – бічний пагін рослини, що розвивається з прилисткової бічної або пазушної бруньки.

Постасептична адаптація – процес пристосування рослини після їх вирощування в культурі *in vitro* до конкретних нестерильних умов середовища.

Субстрат – середовище (напр., ґрунт, пісок, камінь, торф, галька, тирса, перліт, вермикуліт, агар), на якому закріплені та зростають рослинні організми.

Целюлоза – природний полімер, полісахарид із видовженою ланцюговою молекулою ($C_6H_{10}O_5$)*n*.

ВСТУП

Екологічні проблеми планети спонукають людство знаходити все нові джерела енергії: води, вітру, сонця, геотермальних вод, а також біоенергетичних культур, які використовуються для виробництва біопалива та зменшують негативний вплив шкідливих викидів на довкілля.

Високопродуктивні біоенергетичні культури сприяють поглинанню значних обсягів вуглекислого газу з атмосфери та виділенню кисню. Найбільш інтенсивно поглинають вуглекислий газ культури що відносяться до виду C4 за фотосинтезом. До основних переваг даних культур як джерела альтернативної енергії належать екологічна чистота їх викидів порівняно з викопними видами палива. Під час згоряння біопалива на основі біоенергетичних культур в атмосферу виділяється значно менше вуглекислого газу, ніж поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, утворюється у 20-30 разів менше оксиду сірки й у 3-4 разу менше золи порівняно з вугіллям. У процесі згоряння твердого біопалива побічним продуктом є органічна речовина, яку можна використовувати як добриво [1;2;3]. Вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива сприяє підвищенню рівня зайнятості населення та є джерелом додаткового доходу, зокрема в сільській місцевості, де гостро відчувається нестача робочих місць.

Україна відзначається значним потенціалом біоенергетичних ресурсів, але за темпами розвитку біоенергетики все ще відчутно відстає від європейських країн, окремі з яких вже досягли заміщення понад 50% викопних видів палива на біологічні. На даний час в Україні виробляється лише 3,8% енергії з біопалива від загального обсягу спожитої [4; 5].

Заміна викопних видів палива органічною сировиною на основі біоенергетичних культур в останні роки стала актуальною для багатьох країн, у тому числі й для України [6]. Тому для сучасної аграрної науки є надто важливим пошук і дослідження нових високопродуктивних культур, сировина яких може бути використана для виробництва біопалива, а також поєднання потенціалу ґрунтово-кліматичних умов вирощування біоенергетичних культур з їх біологічними особливостями й здатністю до трансформації енергії сонця в доступні для господарської діяльності форми.

Саме в поєднанні системних заходів землеробства з новітніми технологіями може бути реалізований найефективніший підхід щодо інтенсифікації біоенергетики, що виникає на межі синтезу біологічних можливостей агроценозу рослин і технологічного потенціалу його використання [7; 8].

Створення енергетичних плантації біоенергетичних культур для виробництва біомаси стає актуальним в регіонах, в яких є низькопродуктивні землі, що не можуть бути використані для вирощування польових сільськогосподарських культур.

Однією з перспективних високопродуктивних культур для виробництва біопалива є павловнія (*Paulownia*). Це не тільки швидкоростуча (5-6 м у висоту в рік), а й довговічна (до 50 років) рослина, з наростанням одного дерева 0,4-0,6 м³ деревини за п'ятирічний цикл. Ця рослина здатна поглинати в декілька разів більше CO₂, ніж будь-яка інша культура. Листя павловнії відзначається високою кормовою цінністю, а тому підходить для годівлі тварин. Зелене листя містить майже 20 % протеїнів, багате азотом, а після опадання забезпечує ґрунт поживними речовинами, їх можна також використовувати для приготування компосту [8]. Павловнія є також цінним медоносом.

Дані рекомендації є першим науково-практичним досвідом із розроблення та впровадження механізованої енергоощадної технології вирощування павловнії, що сприятиме сільськогосподарським виробникам у створенні й управлінні промисловими плантаціями цієї культури.

1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПАВЛОВНІЇ

Павловнія (*Paulownia*) – рід вічнозелених і напіввічнозелених листопадних дерев, які раніше відносили до родини Норичникових. Сьогодні цей рід визнано єдиним представником родини Павловнієвих.

У світі нараховується більше 20 видів цього роду: *P. australis*,

P. catalpifolia, *P. coreana* *P. duclouxii*, *P. elongat*, *P. fargesii*,

P. fortunei, *P. glabrata*, *P. grandifolia*, *P. imperialis*, *P. kawakamii*,

P. lilacina, *P. longifolia*, *P. meridionalis*, *P. mikado* *P. recurva*,

P. rehderiana, *P. shensiensis*, *P. silvestrii*, *P. taiwaniana*,

P. Thyrsoides, *P. tomentosa*, *P. viscosa*.

Для вирощування деревини на промислових плантаціях в Європі використовують види: *P. fortunei*, *P. glabrata*, *P. taiwaniana*, *P. Tomentosa*, *P. elongata* та їхні гібриди. Найкраще пристосовуються до ґрунтово-кліматичних умов гібриди від схрещуваних видів *P. elongata* / *P. fortunei*.

Адаптованими гібридами павловнії до ґрунтово-кліматичних умов України, є клон *Paulownia Clone in vitro 112* та гібрид *Pong Tong*, що витримують низькі температури $-25...-27^{\circ}\text{C}$, *P. Nordmax-21* (гібрид від схрещування *P. tomentosa* та *P. fortunei*) – до $-23,5^{\circ}\text{C}$ та вид *P. tomentosa* – до $-20,0^{\circ}\text{C}$. У південних областях України для створення плантацій павловнії можна використовувати гібриди *P. elongata* та *P. catalpifolia*; *Shan Tong*; *Paulownia-9501*, які можуть витримувати температуру до $-17,5^{\circ}\text{C}$. [9; 10; 11].

Завдяки інтенсивному наростанню деревини та біомаси павловнія характеризується як «дерево майбутнього», дерево-фенікс, її ще називають дерево-принцеса, драконове дерево, кірі, наразі вона є поки що маловідомою культурою. На даний час в Україні найбільш широко використовується морозостійкий гібрид *Paulownia Clone in vitro 112* іспанської селекції. Власником патенту є Хосе Марія з Сан-Феліу-де-Льобрегат (Барселона, Іспанія), який зареєстровано 2007 року в Інституті Видів рослин (офіційний орган ЄС) [9; 16].

Оптимальна температура для росту та розвитку рослин павловнії коливається в діапазоні $+22...+28^{\circ}\text{C}$. Більшість видів павловнії, що

вирощуються для промислового використання, витримують температури від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Павловнія надзвичайно ефективно використовує сонячну радіацію, тому південні схили є оптимальними для закладання плантацій. Концентрація сонячної радіації за цих умов – прямо пропорційна куту нахилу до сонця.

Листя павловнії – супротивні, на кінці гілки зближуються, великого розміру в нижній частині стовбура (діаметром 75 – 80 см), яйцеподібні, широкоовальної форми; біля основи – серцеподібні, цілісні або на молодих рослинах в кінці листка трикутної форми зубчасті; на молодих екземплярах – трикутно трьох-п'ятилопатеві, цілокраї або зубчасті, знизу густо опушені, без прилистків, на довгих, опущених черешках (рис. 1).



Рис. 1. Однорічні рослини павловнії на промисловій плантації навесні та влітку.

Впродовж вегетації рослини дуже швидко розвиваються й мають значну площу поглинання діоксиду вуглецю CO_2 та виділення кисню. Одне дерево за годину може поглинути в середньому 22 кг вуглекислого газу й виділити в атмосферу 6 кг кисню, очищаючи тисячі кубічних метрів повітря, що має важливе екологічне значення.

Оскільки листя павловнії великих розмірів, рослина утворює густу тінь і зберігає ґрунтову вологу, створюючи сприятливий мікроклімат рослинам, що сумісно з нею вирощуються. Після листопаду листкова маса що опадає, збагачує ґрунт азотом та покращує його структуру. Біомаса (листя) павловнії унікальна за своїм хімічним складом. Вона містить до 20% протеїнів (білків), за смаковими характеристиками

нагадує зелень люцерни, конюшини, тому є цінним кормом для тварин (кролів, кіз, овець, коней, корів) [29]. На *рис. 2*, наведено вигляд листків павловнії *Paulownia Clone in vitro 112*, з культури *in vitro* восени.



Рис. 2. Розмір листків однорічної рослини павловнії восени (Paulownia Clone in vitro 112).

Під кінець літа в трирічних рослин павловнії на кінці пагонів утворюються пуп'янки, які перезимовують і розпускаються навесні (*рис. 3*). Дерева павловнії цвітуть ще до початку набубнявіння листкових бруньок, або під час розпускання листя, тобто вони закладають свої пуп'янки ще восени.

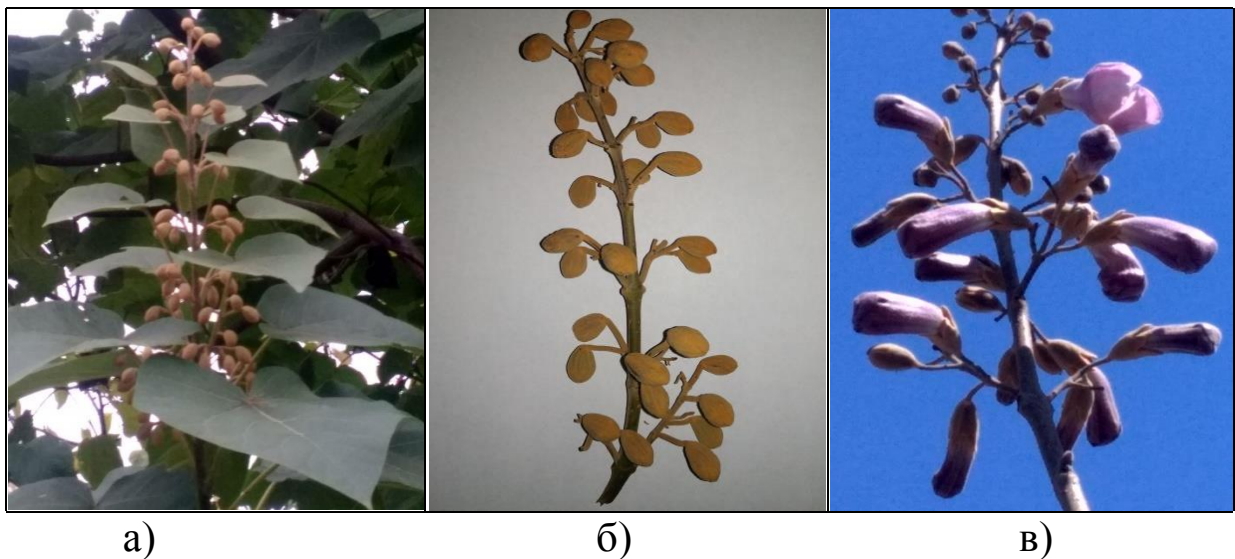


Рис. 3. Пуп'янки трирічного дерева павловнії: а) восени; б) взимку; в) навесні

Квітки павловнії блідо-фіолетового кольору довжиною 7-8 см і діаметром до 5-6 см. Чашечка обернено конічна, віночок білий, фіолетовий або світло-фіолетовий, трубчасто-лійкоподібної форми довжиною 8-12 см (Рис. 4).



Рис. 4. Весняні квітки трирічного дерева павловнії в трьох різних проекціях (Paulownia Clone in vitro 112)

Шестирічне дерево павловнії може досягати в діаметрі 30-40 см та 15-20 м у висоту з об'ємом деревини 0,4-0,6 м³. Однорічне дерево виростає в діаметрі до 6-7 см, дворічне – до 14-15 см, трирічне – до 19-20 см (рис. 5). Кора дерева – світло-сірого кольору, гладка, з невеликими тріщинами в дорослих дерев. Діаметр зрілого дерева (до 20 років) може досягати 100 см [27; 29].



а) однорічний

б) дворічний

в) трирічний

Рис. 5. Зрізи стовбура павловнії одного-трьох років; дослідна ділянка Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Темпи наростання деревини збільшуються за сприятливих умов вирощування при достатньому зволоженні, оптимальній температурі повітря та ФАР. Деревина павловнії приблизно на 40 % легша звичайної деревини й є перспективною для виробництва целюлози та паперу. Пиломатеріал із павловнії легко висихає й відзначається оптимальними тепловими та електроізоляційними характеристиками.

1.1. Вирощування садивного матеріалу павловнії

Рослини павловнії можна розмножувати насінням і вегетативним способом через кореневі та стеблові живці (вегетативне й генеративне розмноження) [12;13]. Обидва способи мають як переваги, так і недоліки. За вирощування сіянців павловнії можна отримати значну кількість генетично-неоднорідних рослин. Рослини, розмножені вегетативним способом, досить однорідні й генетично ідентичні з материнською рослиною.

За вегетативного розмноження живцюванням за сприятливих температурних умов можна отримати укорінені рослини павловнії на 40 день вегетації. Проблемою такого способу розмноження є те, що стовбур павловнії, отриманої з живців, не завжди розвивається прямолінійно, а кореневі живці, які використовують для розмноження, є потенційним джерелом захворювань та локалізації патогенів. Останнім часом дедалі ширше застосовують метод розмноження рослин через клітини в культурі *in vitro*. Мікроклональне розмноження павловнії – швидкий метод отримання якісного однорідного посадкового матеріалу у великих обсягах (рис. 6). [14;15;16].



*Рис. 6. Клоновані рослини павловнії в культурі *in vitro* на різних етапах розвитку; лабораторія цитогенетики Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.*

Біотехнологічні методи дозволяють значно скоротити терміни створення й розмноження цінних для виробництва сортів і гібридів павловнії та мають низку переваг:

- коефіцієнт розмноження значно вищий (з однієї бруньки павловнії за шість місяців можна отримати більше 1000 рослин-регенерантів);
- можливість підтримувати ріст рослин упродовж всього року та планувати необхідну їх кількість до певного терміну посадки;
- велика кількість рослин може рости на відносно невеликій лабораторній площі;
- оздоровлення рослин від вірусів і патогенних організмів;
- можливість вести добір рослин за селекційними ознаками для створення нових гібридів;
- довгострокове збереження рослин у пробірках за низьких температур, що дозволяє створювати банк цінних генотипів і, по мірі необхідності, залучати у селекційний процес.

Основними факторами, що впливають на процес мікроклонального розмноження, є фізіолого-біохімічний стан експлантів, склад живильного середовища й умови культивування.

Розмноження в культурі *in vitro* пагонів *P. Tomentosa* [17] і масове розмноження *P. elongata* за допомогою культури міжвузль і пазушних пагонів здійснювали за методиками [18; 19; 20; 21; 22; 23]. Загально визнано, що успіх регенерації *in vitro* залежить від контролю морфогенезу, на який впливає кілька чинників, а саме: генетичне походження, види тканин та експлантів, компоненти живильного середовища, регулятори росту та власне середовище [24; 25].

Для введення в стерильну культуру при дослідженнях використовували насіння трьох диких видів павловнії *P. tomentosa*, що тривалий час зростає в урбанізованій частині Києва і використовувалась для озеленення Софіївського собору та чотирьох гібридів походження із Іспанії та Китаю.

Мікроклональне розмноження дало можливість упродовж одного місяця одержати значну кількість генетично-однорідного посадкового матеріалу. Для мікроклонального розмноження використовують агаризоване живильне середовище Мурасіге-Скуга з додаванням БАП від 0,2 до 0,5 мг/л, 0,1 мг/л гібереліну, мезоінозиду 100 мг/л, сахарози 30 000 мг/л. На середовищі з БАП 0,5 мг/л і 0,5 мг/л кінетину спостерігається активне пагоноутворення (від 2 до 7 пагонів на експланті) з найкращими результатами для дикого виду *P. tomentosa* ($2n=2x=40$) [26; 27].

Актуальним питанням є не лише одержання регенерантів, а й їх постасептична адаптація, оскільки найбільш складним є етап адаптації рослин до нестерильних умов. Щоб здешевити якісний матеріал більшої кількості з культури *in vitro*, його потрібно адаптувати до ґрунтово-кліматичних умов відповідної зони вирощування. Саджанці павловнії з культури *in vitro* перед посадкою у відкритий ґрунт мають пройти постасептичну адаптацію впродовж 10 – 15 днів. Чим більші за розмірами та віком рослини із розвинутою кореневою системою, тим краще вони приживаються у відкритому ґрунті.

Кількісне збільшення якісного матеріалу внаслідок отримання клонованих рослин, стійких до патогенних організмів, стресових та техногенних факторів, може прискорити отримання генетично-поліпшеного матеріалу значно раніше, ніж із сіянців.

Рослини павловнії також успішно розмножуються насінням. Насіння павловнії отримують з трирічних дерев. Плоди павловнії – яйцеподібні коробочки з численними крилатими насінинами – зберігаються на дереві впродовж всієї зими [28]. Павловнія, зазвичай, починає цвісти та плодоносити з трирічного віку. Насіння – метеликоподібне крилате довжиною 1-2 мм включно з крилом – знаходиться в подовгуватій або продовгувато-еліптичній коробочці довжиною 4-6 см (рис.7).



а) влітку; б) восени; в) насіння сорту Томентоза.
Рис. 7. Плоди з насінням павловнії третього року вегетації:

а) влітку; б) восени; в) насіння сорту Томентоза.

Отримані з насіння павловнії саджанці розвиваються повільніше, мають властивість більше ушкоджуватися хворобами, ніж ті рослини, які були отримані шляхом клонування в культурі *in vitro*.

Насіння павловнії дрібне й характеризується схожістю 50-70% залежно від періоду збирання та сорту. В одному грамі міститься біля 2600-3300 насінин. Насіння для розсади висівають у лотки з торфом за кислотності рН 5,0-5,5 на глибину 2-3 мм. Після проростання і укорінення рослин лотки розміщують в тепличних комплексах, у яких підтримують температуру в межах +25...+28° С. Для проростання насіння павловнії необхідно 15-20 днів.

Класичним методом розмноження рослин павловнії, який дозволяє отримати велику кількість насіння від однієї материнської рослини, є генеративне розмноження. Однак недоліком цього методу є те, що в кліматичних умовах України насіння павловнії дозріває на третій рік вегетації. Для створення нових сортів павловнії жіночі й чоловічі рослини висаджують в рівних частинах для запліднення та рекомбіногенезу.

Отже, кожна насінина може мати абсолютно унікальний геном, який передається в спадок із певними характеристиками. Значна генетична різноманітність виражається неоднорідністю в потомстві. Більшість селекціонерів відмічають перспективність вирощування садивного матеріалу широкого асортименту деревних культур із закритою кореневою системою чи так званою контейнерною культурою.

Для підвищення схожості насіння павловнії використовують стимулюючі препарати на основі штучно-синтезованих гормонів. Результати обробки насіння павловнії *P. tomentosa* (повстистої) стимуляторами росту наведено в гістограмі (рис. 8).

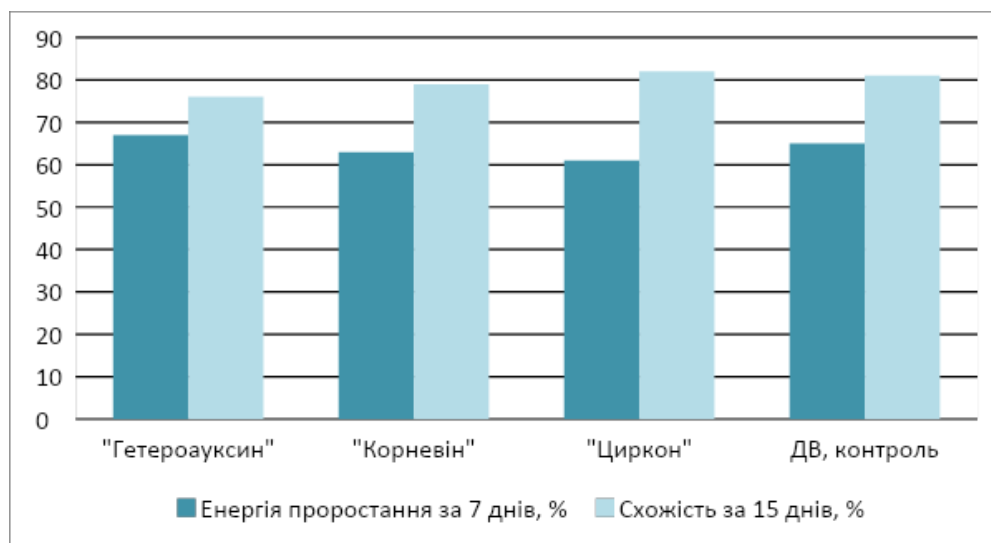


Рис. 8. Схожість та енергія проростання насіння павловнії виду *P. tomentosa* (Thunb.) залежно від стимуляторів росту.

З метою збільшення терміну вегетації перший етап – сівбу насіння павловнії – розпочинають на початку року в січні-лютому, щоб до кінця терміну вегетації пагони рослини встигли задерев'яніти. Сівба насіння проводиться у спеціальні лотки поверх зволоженого однорідного субстрату на основі торфу без домішок та насіння бур'янів, що засмічують субстрат та пригнічують пророслі сходи (рис. 9). Для створення сприятливого температурного режиму, що забезпечує краще проростання насіння, лотки покривають прозорою плівкою.

Необхідно враховувати, що водно-фізичні властивості субстрату значною мірою залежать від пористості, вологості, аерованості його основного компоненту – торфу. Для вирощування рослин в мультиплатах торф має бути слабо-розкладеним, волокнистим, добре подрібненим (змеленим), пружним, не злежуватись (не осідати) в ємностях.



Рис. 9. Посів насіння павловнії повстистої (*P. tomentosa*) в контейнері.

При цьому, чим менші використовуються контейнери для посіву насіння, тим більше субстрат повинен бути пористим.

Обов'язковою умовою для сходів повинно бути використання яскравого ультрафіолетового освітлення внаслідок випромінювання хвиль електромагнітного спектру, сприятливих для фотосинтезу рослин (рис. 10).



Рис. 10. Проростання насіння павловнії повстистої *P. tomentosa* (Thunb.)

Вологість повітря в приміщенні повинна бути 90-99%. У разі потреби необхідно періодично обприскувати субстрат водою. Після з'явлення сходів через два тижні рослини потрібно пікірувати в контейнери меншої ємності – мультиплати. Вони мають бути накриті прозорою поліетиленовою кришкою, що утримуватиме всередині високу вологість.

Мультиємності (мультиплати) мають вигляд плат із певною кількістю комірок різних розмірів від 3-4 см (для укорінення живців) і більше (для вирощування сіянців і саджанців) (рис. 11). Наповнювати мультиплати субстратом найкраще безпосередньо перед висіванням насіння або висаджування рослин, уникаючи надмірного ущільнення субстрату.



Рис. 11. Сіянці павловнії повстистої *P. tomentosa* (Thunb.) в мультиплатах.

Після двох тижнів необхідно провести загартовування сіянців: один раз на день відкривати кришки мультиплатів на 10 с із збільшенням тривалості загартовування на 5 с.

Період вирощування в мультиплатах становить один місяць.

Наступний етап – контейнерування садивного матеріалу, здійснюється в більші контейнери С2/Р17 об'ємом 2 л.

Пересаджування рослин доцільно проводити весною.

У будь-якому випадку пересадку краще здійснювати в період активізації росту коренів, що сприятиме швидшому виповненню ємностей кореневою системою і, тим самим, ефективнішому використанню субстрату та інших матеріалів (добрив, води тощо). Ослаблені внаслідок недостатнього забезпечення поживними речовинами рослини погано переносять пересаджування, тому за 2-3 тижні до пересаджування у більші контейнери такі рослини необхідно підживити.

Коли середньодобова температура становить понад +16° С, саджанці можна виносити в умови відкритого ґрунту.

Виконання операцій при вирощуванні рослин павловнії у контейнерній культурі наведено в (табл. 1).

**Перелік операцій при вирощуванні рослин павловнії повстистої
P. tomentosa (Thunb.) у контейнерній культурі**

№ п/п	Назва операції	Терміни (місяці року)
1	Підготовка субстрату та наповнення ним лотків	II
2	Сівба насіння в пластмасові лотки (міні-парники)	II
3	Зрошення	II
4	Наповнення субстратом мультиплатів	III
5	Пересадка в мультиплати	III
6	Полив (зрошення)	III
7	Підготовка субстрату (змішування складових субстрату чи використання готових субстратів)	IV
8	Наповнення контейнерів С2/Р17 субстратом	IV
9	Пересадка в контейнери С2/Р17	IV
10	Перенесення на полігон контейнерної культури	IV
11	Внесення добрив пролонгованої дії	IV
12	Полив (зрошення)	IV-IX
13	Ручний догляд (видалення бур'янів)	V-IX
14	Боротьба з хворобами та шкідниками	V-VIII
15	Укриття на зиму агроволокном	X

Широкого застосування набуває спосіб розмноження рослин павловнії з використанням паростків апікальних меристем, які знаходяться на кінцях головного й бічного вегетуючих пагонів та кінчиках коренів усіх порядків (рис. 12).



Рис. 12. Однорічні дерева павловнії, з яких відібрано кореневі живці.

Апикальні меристеми пагона та кореня – це основні координуючі центри рослин, які впливають на морфогенез. Коренева система павловнії добре розгалужена й для розмноження кореневими живцями можна отримати посадковий матеріал від дерев другого року вегетації. З одного дерева отримують 20...30 корневих живців для вирощування у відкритому ґрунті (рис. 13).



Рис. 13. Кореневі живці павловнії підготовлено для посадки.

Отже, біологічні особливості павловнії дозволяють розмножувати й вирощувати їх із використанням культури *in vitro* та адаптувати рослини в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПАВЛОВНІЇ

2.1. Агротехнологічні умови вирощування саджанців павловнії на промислових плантаціях

Для формування промислової плантації павловнії та отримання високих врожаїв біомаси варто провести аналіз ґрунту для визначення кількості поживних елементів, таких як фосфор, калій і магній, а також рівня кислотності (рН). При виникненні дисбалансу органічних елементів живлення його необхідно врегулювати за допомогою внесення мінеральних добрив.

За подальшого розвитку рослин павловнії слід звернути увагу на достатній запас азоту та калію. Хлоровмістні калійні добрива не слід застосовувати, оскільки вони можуть негативно впливати на рослини. Для позакореневого живлення рекомендовано вносити органічне біоактивне добриво. Традиційно підвищують врожайність біоактивні стимулятори росту, які містять корисну мікрофлору і повний комплекс мікроелементів, гумінових кислот.

Павловнія може пристосовуватися до різноманітних ґрунтових умов, однак вона негативно переносить низьке залягання ґрунтових вод.

Легкі піщані ґрунти є сприятливими для росту рослин павловнії.

Оптимальними умовами для її вирощування є також легкопроникні ґрунти на суглинках чи супісках із рівнем рН в діапазоні від 5,0 до 7,0.

Рослини павловнії погано розвиваються на глинистих ґрунтах.

Кращими для розвитку кореневої системи є глибокі пористі, на 50%, ґрунти піщані з делювіальними й глибокими алювіальними наносами.

Павловнію можна також вирощувати на ґрунтах, які мають природно низький вміст гумусу, та з ґрунтовими водами, що залягають на рівні 2–3 м [30].

У випадку неглибокого обробітку ґрунту пригнічується ріст рослин, внаслідок обмеження розвитку кореневої системи збільшується небезпека падіння дерев. За наявності надзвичайно великого розлогого листя дерево дуже чутливе до злив, граду та вітрів, особливо в перші роки вирощування. По мірі дозрівання дерева розмір листя зменшується, а, отже, зменшується чутливість до впливу вітрів. Для створення промислових насаджень павловнії слід вибирати місце без сильних вітрів (не більше 25 км/год).

За небезпеки сильних вітрів упродовж першого року розвитку, допоки не сформується міцний стовбур дерева, необхідно розмістити стабілізуючі опори.

2.2. Вибір місця та підготовка ділянки під плантацію павловнії

Найважливішими заходами зі створення промислових плантацій павловнії є: вибір місця для посадок, ретельний обробіток ґрунту, забезпечення оптимальних умов для певного виду (клону, гібриду) павловнії, придатних для вирощування запланованого асортименту й виду садивного матеріалу стосовно сезону та способів садіння, догляду за ґрунтом, внесення добрив і захисту рослин від шкідників та хвороб.

Дерева павловнії можуть ушкоджуватися сильними вітрами (особливо в перші роки вегетації), які спричиняють до ушкодження листя. Цей чинник необхідно також враховувати під час вибору місця розміщення плантації.

Зважаючи на високу порослеву здатність павловнії, після зрізання вирощеної сировини з порослі формується наступна генерація плантації. За вирощування ділової деревини та інших середніх та грубих сортиментів може бути від п'яти до десяти таких генерацій. У зв'язку з цим важливе значення задля підтримання високої продуктивності та стійкості промислових плантацій мають способи й терміни зрізу деревини.

Дерева павловнії, можливо вирощувати практично на всіх типах ґрунту, але для створення промислових плантацій будь-якого призначення оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинистий ґрунт. Більшість науковців стверджують, що рівень ґрунтових вод для зони Лісостепу не повинен перевищувати 1,5 м і не опускатися нижче 2,0 м [15].

За нашими дослідженнями, оптимальні умови для росту павловнії створюються за залягання ґрунтових вод у липні на глибині 2,0 м. Розташування плантації саме в таких місцях є доцільним також із огляду на те, що снігові та дощові води зносять у низини верхній шар ґрунту, що зменшує необхідність внесення добрив, а, отже, й витрати на вирощування деревини. Ґрунт повинен бути слабокислим або нейтральним.

Ділянку, призначену для посадки саджанців павловнії, звільняють від забур'яненості, кущів, після чого вирівнюють. Для ефективного росту й розвитку рослини павловнії необхідно створити умови з

глибоким розпушуванням. Готувати ґрунт для створення плантації павловнії найкраще з осені. За зиму ґрунт добре ущільнюється й насичується вологою. Висаджують саджанці навесні, коли середня добова температура повітря понад +20° С. Рослини в день їх посадки необхідно рясно поливати. Через кілька днів, коли ще недостатньо розвинута коренева система, полив слід повторити.

Оптимальна зона для вирощування рослин павловнії – це зона з високим рівнем опадів (700 мм і більше). Коренева система дворічних дерев павловнії досягає 0,8-1,5 м або навіть 2 м в глибину. На піщаних та інших ґрунтах 70% поглинаючих коренів досягають глибини 40-100 см, і тільки 12% коренів знаходяться на глибині 0-40 см. Розвиток коріння залежить від структури ґрунту [36].

Ділянка для вирощування павловнії має містити близько 20 % глини.

Глибоку оранку на 30-32 см необхідно проводити на важких ґрунтах, але ефективніше обробляти ґрунт важкою дисковою бороною за умови, що під кожен саджанець павловнії викопують лунки на глибину 50 см, що поліпшить аерацію ґрунту та розвиток кореневої системи у молодому віці рослин.

Павловнія може також добре рости на схилах пагорбів, на глинистих і піщаних ґрунтах. Основна вимога – це відсутність кам'яних пластів, заболоченості та тривалого весняного паводку.

2.3. Основний обробіток ґрунту

Павловнія – багаторічна культура, тому обробіток ґрунту є одним із найвідповідальніших елементів технології її вирощування. Від якісного та своєчасного його виконання залежить інтенсивність приросту деревини та біомаси в наступні роки.

Одним із основних завдань обробітку ґрунту є створення сприятливого водно-повітряного, теплового й поживного режимів впродовж усього періоду вирощування культури. Крім цього, обробіток ґрунту сприяє знищенню бур'янів, шкідників і збудників хвороб, створює сприятливі умови для якісного висаджування садивного матеріалу та підтримки дружнього росту рослин.

Система основного обробітку ґрунту для вирощування павловнії повинна врахувати забур'яненість кожного окремого поля.

В системі обробітку ґрунту передбачається вирівнювання поля та знищення бур'янів дискуванням. Для цього доцільно застосовувати

агрегати типу «Європак», «Компактор», «Систем», «Корунд», які за один прохід виконують всі технологічні операції з підготовки ґрунту. Навесні, за першої можливості, поверхню поля ретельно вирівнюють.

2.3.1. Дискування поля

До основного обробітку ґрунту під створення плантації павловнії доцільно включити дискування пластів поля на глибину 12-14 см, залужених ґрунтів – до 16 см і торфових ґрунтів – до 25 см. Кількість ґрунтових грудок розміром до 5 см – не менше 80%, наявність грудок розміром понад 10 см не допускається. Відхилення дискування від середньої глибини не повинно перевищувати ± 3 см. Поверхня поля після дискування повинна мати борозенки ± 5 см.

Дискування стерні після збирання зернових та інших злакових культур слід проводити на глибину 6-12 см із метою подрібнення рослинних решток, розпушування ґрунту, провокування проростання насіння бур'янів для їх подальшого заорювання та збереження вологи в ґрунті.

Основні завдання обробітку ґрунту полягають у активному впливі на фізичні, хімічні та біологічні процеси, що відбуваються в ньому, на фізичний стан та структуру орного шару, водоповітряний режим та режим живлення.

Технологічні операції з основного обробітку ґрунту за вирощування павловнії необхідно розглядати в комплексі як важливі засоби боротьби з бур'янами та шкідниками. Всі елементи обробітку ґрунту під павловнію успішно виконуються в рамках загальної технології вирощування (система удобрення, система захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб), в системі землеробства конкретної зони, району, господарства.

Важливе значення має пошук і реалізація енергоощадних та екологічнобезпечних способів обробітку ґрунту під павловнію з урахуванням ґрунтово-кліматичної зональності, структури системи обробітку, місця й глибини поверхневого обробітку, терміну здійснення та якості виконання.

Основний обробіток ґрунту під павловнію повинен відповідати сучасному технічному та організаційному рівням. На даний час в структурі технології вирощування витрати на основний обробіток ґрунту становлять в середньому 6-8 %. Ці показники доводять, що основний обробіток ґрунту є одним із вагомих технологічних засобів, спрямованих на підвищення продуктивності павловнії.

Для проведення основного обробітку ґрунту для вирощування павлової рекомендовано так звані класичні системи – напівпарового та поліпшеного зябу. Поліпшений зяб використовують в зонах недостатнього та нестійкого зволоження, особливо за засміченості ґрунту багаторічними бур'янами, який включає:

- 2-3 разове дискування площ важкими дисковими боронами, а через 10-12 днів проводиться друге й, за необхідності, третє на глибину 12-15 см;

- зяблеву оранку проводять наприкінці вересня – на початку жовтня.

Напівпаровий обробіток застосовують в зоні достатнього зволоження й на полях сильно забур'янених однорічними бур'янами. Він передбачає наступні технологічні операції:

- 2-3 разове дискування поверхні поля;
- внесення гербіцидів суцільної дії;
- глибоку оранку у кінці липня – на початку серпня;
- культивуацію, дискування або боронування за появи бур'янів, а після опадів – впродовж усього осіннього періоду (вересень-жовтень).

На основі ретельного аналізу стану ґрунту необхідно визначити спосіб основного обробітку ґрунту. В останні роки на практиці частіше застосовують напівпаровий обробіток ґрунту. Він дешевший за рахунок менших витрат під час виконання технологічних операцій.

У структурі технологічного комплексу напівпарового способу основного обробітку ґрунту важливим є дискування, що здійснюється переважно дисковими боронами (*табл. 2.2*).

**Основні агротехнічні вимоги до дискування площі в системі
основного обробітку під промислові плантації павловнії**

Показники	Вимоги	Допуски
Агротехнічні вимоги до дискування стерні: трактор «ХТЗ-121», «Джон Дір»; с.-г. машини: «БДВ-6», «БДТ-7,0», «БДВП-7», «БДТ-10», «БДВ-6», «БДВП-7», «БДВМ-4,2», та «БДВ-3,2».		
Термін проведення технологічної операції	Квітень-травень	
Тривалість роботи на одному полі, днів	2	+ 1
Глибина обробітку, см	10-12	± 2
Глибина впадин після поперечного проходу агрегату, см	До 4	+ 1
Кількість непідрізаних бур'янів на 1 м ²	Не допускається	-
Перекриття між суміжними проходами, см	10-15	+ 2
Кількість обробітків	2	+ 1
Напрямок руху агрегату за повторного обробітку	Перпендикулярно (під кутом 90°) до першого обробітку	Під кутом 45° до напрямку першого обробітку

Основною метою дискування площі за обох способів обробітку ґрунту під павловнію є розпушування його верхнього шару, підрізання бур'янів, їх подрібнення для кращого загортання під час оранки, запобігання втратам вологи від випаровування та створення сприятливих умов для її накопичення в період між дискуванням та оранкою, створення агрофізичних передумов для оптимізації кришення пласта

грунту та зменшення тягового зусилля механізованих агрегатів. На полях, де переважають кореневищні бур'яни (осот, пирій, хвощ польовий, свинорий, чумай та ін.), використовують важкі дискові борони в два сліди.

За необхідності дискування площ можна проводити в три сліди, збільшуючи глибину обробітку до 10-12 см. Кут атаки дисків регулюють за допомогою розсувних тяг, глибину обробітку – зміною положення рамок секцій або натягу пружин на штангах. Основна вимога до дискування полягає в досягненні рівномірної глибини обробітку ґрунту по всій ширині захвату агрегату.

Своєчасне й якісне дискування забезпечує знищення значної кількості наявних збудників хвороб і личинок шкідників, що зимують у верхніх шарах ґрунту. Ці фактори сприяють підвищенню продуктивності павловнії.

На полях, де переважають багаторічні коренепаросткові бур'яни (осот, гірчак, берізка польова та інші), проводять дво-триразове дискування площ, перше – дисковими знаряддями на глибину 8-10 см, друге – після масової появи бур'янів на глибину 12-14 см, а за потреби – третє, також дисковими боронами після відростання бур'янів. Така система обробітку дозволяє зменшити забур'яненість площі на 80-90 %.

Якість дискування визначається такими показниками, як своєчасність проведення, глибина, повнота підрізання бур'янів, відсутність огривів, вирівняність поверхні поля. Останній показник можна поліпшити збільшенням глибини луцення.

Для боротьби з бур'янами за основного обробітку після дискування та відростання бур'янів застосовують гербіциди «Раундап Макс», аміну сіль 2,4-Д та ін. Оптимальний термін для обробки бур'янів «Раундап Максом» настає тоді, коли рослини відростають до висоти 10-12 см. Норма внесення гербіциду – 4 л/га (витрата робочої рідини 200-250 л/га). За настанням побуріння верхньої частини листків пирію та інших видів бур'янів після внесення гербіциду проводять глибоку оранку.

За сильного засмічення полів стійкими до «Раундап Макс» широколистими бур'янами (берізка польова, осоти та ін.) до розчину додають 2 л/га 2,4 Д у формі ефіру. Можна застосовувати будь-яку форму 2,4 Д у нормі витрати 1,0-1,5 кг діючої речовини на гектар, якщо обприскування проводити через 10-20 днів після обробки «Раундап Максом».

2.3.2. Глибока оранка

Глибока оранка проводиться оборотними плугами з метою якісного, глибокого розпушування ґрунту, загортання органічних і поживних решток, бур'янів і шкідників та створення умов для тривалого поліпшення водно-повітряного й поживного режимів ґрунту, якісного проведення подальших польових робіт.

Проведення глибокої оранки поліпшує водопроникність ґрунту й накопичення в ньому води.

Висока якість оранки досягається за проведення її оборотними плугами з передплужниками. Це пояснюється тим, що поживні рештки попередника краще заортаються в глибший, завжди вологий шар ґрунту, де вони мінералізуються з утворенням додаткової маси гумусу, а біологічно менш активний шар вивертається на поверхню, де в умовах вільного доступу повітря збагачується доступними для рослин елементами живлення. Завдяки кращому загортання в ґрунт поживних решток, бур'янів та органічних добрив поліпшується якість роботи сівалок та культиваторів на догляді.

За ранньої оранки насіння бур'янів, що вивертається з глибоких шарів ґрунту, інтенсивно проростає, а їх сходи знищуються наступними культиваціями або гинуть від морозів. За пізньої оранки більша частина насіння бур'янів не встигає прорости й дає сходи тільки наступної весни.

Глибина оранки визначається товщиною гумусового шару ґрунту, засміченістю поля та іншими умовами.

Проведені в ІБКіЦБ НААН України дослідження встановили, що глибока оранка ґрунту (28-32 см) під павловнію ефективніша, ніж звичайна (20-22 см) та мілка (14-16 см). За глибокої оранки створюються кращі умови для життєдіяльності рослини, а саме: зменшується рівень забур'яненості, ураження хворобами, ушкодження шкідниками тощо.

За мілкої оранки спостерігається тенденція зменшення весняних запасів вологи в ґрунті (особливо в шарі 100-150 см), а також певні зміни в накопиченні елементів живлення. Так, у шарі ґрунту 0-60 см їхня кількість однакова як за глибокої (30-32 см), так і мілкої оранки, однак в шарі 0-15 см їх завжди більше за мілкої оранки, особливо на удобрених полях. Це сприяє інтенсивнішому росту бур'янів у початковий період. Із ростом кореневої системи рослин перевага мілкої оранки зменшується, як і врожайність біомаси павловнії.

Для якісної оранки застосовують оборотні плуги з двома секціями корпусів, після якої на полі не утворюються звальні гребені та роз'ємні

борозни. Одна секція корпусів відвалює скибу праворуч, друга – ліворуч. Глибоку оранку можна виконати оборотними плугами «ПНО-3,35»; «ПОНП-6».

Основними агротехнічними вимогами до оранки є виконання її в оптимальні терміни, достатнє обертання скиби, відсутність огріхів, висота гребенів не більше 5-7 см, висота звальних гребенів і глибина борозен не більше 7 см, відхилення глибини до –2 см, добре розпушення ґрунту, повне загортання верхнього шару, пожнивних решток та бур'янів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Агротехнічні вимоги до глибокої оранки

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для глибокої оранки: трактори «ХТЗ-121», «Джон Дір»; оборотний плуг – «ПОНП-6» + борона ланцюг, «ПЛН-5-35»		
Початок виконання робіт	після внесення добрив	1-2 дні після внесення добрив
Тривалість роботи в одному полі, днів	6	± 2
Прямолінійність, м	без відхилень від прямої лінії	+1 м на 500 м гону
Оборот пласта	повний	-
Загортання післяжнивних решток, бур'янів, добрив, %	не менше 95%	+2
Огріхи, не оброблені поворотні смуги	не допускаються	-
Глибина оранки, см	30 – 32	-2

Ефективним є застосування оборотних плугів, особливо з удосконаленою формою леміша та корпуса (наприклад, виробництва компанії «Лемкен» з Німеччини). Останні суттєво зменшують тягові зусилля, що дозволяє економити енергоресурси під час здійснення цього технологічного заходу.

Крім вимог щодо якості глибокої зяблевої оранки під павловнію впливає необхідність збільшення норм органічних добрив – як важливого фактору підвищення ефективності технології її вирощування.

Підготовка агрегатів до роботи на оранці передбачає також підготовку самого поля й налаштування та регулювання плугів. Їх робота в загінці під час основного обробітку ґрунту під павловнію не має будь-яких специфічних особливостей і здійснюється відповідно до загальноприйнятих схем та інструкцій для зяблевої оранки як такої.

До комплексного догляду за зябом включається також щілювання як додатковий захід для підвищення вологозабезпечення та знищення плужної «підшви». Для цього застосовують щілиноутворюючі ЩП-000 та ЩП-3-70 один раз за ротацію сівозміни. Щілювання здійснюють по діагоналі та впоперек напрямку оранки на полях із безпечним для ерозії ґрунту рівнем схилу. На схилових землях та вирівняному зябу щілювання, як і оранка, також повинне бути контурним. У два сліди (вздовж та поперек) щілювання варто проводити на ділянках, де є загроза утворення так званих «блюдець». Глибина щілин має становити 45-50 см.

Система основного обробітку ґрунту під павловнію за напівпаровим способом із самого початку була зорієнтована на переваги тривалого та ретельного літньо-осіннього догляду за глибоко зораним у кінці липня – на початку серпня полем. У багатьох сучасних зональних технологіях вирощування павловнії застосовують напівпаровий обробіток ґрунту з суттєвим удосконаленням.

Традиційно літньо-осінній догляд за ріллею включає одне-два боронування важкими чи середніми зубовими боронами (ВНЦ-Р, ЗБЗТС-1,0, ЗБЗСС-І) під кутом 20-30° до напрямку оранки з метою руйнування ґрунтової кірки, стимулювання проростання бур'янів, загального поліпшення аерації ґрунту.

2.4. Вирівнювання ґрунту

Після глибокої оранки по мірі випадання дощів і появи сходів бур'янів поле обробляють широкозахватними агрегатами. Запізнення з обробітком призводить до укорінення бур'янів, що робить необхідним застосування культивації. Це збільшує витрати, ущільнює ґрунт, погіршує його фізичні властивості. При вирівнюванні поверхні ґрунту слід дотримуватися певних агротехнічних вимог (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Агротехнічні вимоги до вирівнювання ґрунту

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для вирівнювання ґрунту: Трактор «ХТЗ-121», «МТЗ-82», с.-г. машини: «СП-16А» + «ВНІС-Р» + «ЗБСС-1,0» або «АРВ-8».		
Період виконання операцій	під час з'явлення бур'янів	
Тривалість роботи, дні	2	± 1
Глибина обробітку ґрунту, см	5-6	± 1
Швидкість руху агрегату, км/год.	7-8	+1
Напрямок руху агрегату до оранки, градусів	10-15	+20

За вирівнювання поля восени необхідно, щоб його поверхня до настання зимових морозів не набула надто дрібної структури, оскільки в цьому випадку виникає небезпека збільшення на поверхні ґрунту глини та ущільнення, що створює умови для виникнення водної ерозії. Осінній обробіток (вирівнювання ґрунту) забезпечує ранню весняну стиглість ґрунту, активізацію біологічних процесів, а також швидке проростання бур'янів. Весною потрібний лише мілкий обробіток ґрунту (закриття вологи), що зберігає вологу й запобігає потраплянню насіння бур'янів із нижніх шарів ґрунту у верхні.

Отже, на полях, що сильно засмічені однорічними бур'янами (мишій, куряче просо, щиріця, лобода біла та ін.) найефективнішим є напівпаровий обробіток ґрунту. Слід пам'ятати, що проведена боротьба з

бур'янами, вирівнювання поверхні поля після глибокої оранки дає можливість весною виключити технологічні операції «Передпосівний обробіток ґрунту» та «Внесення ґрунтових гербіцидів».

2.5. Підготовка ґрунту та лунок для садіння павловнії

Обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного процесу вирощування павловнії, що забезпечує максимальне збереження вологи, прогрівання ґрунту, створення оптимальних умов для саджанців, забезпечення дрібно-грудкуватого стану верхнього шару ґрунту. Весь процес технології повинен здійснюватися без розриву в часі, випереджаючи садіння. Для обробітку ґрунту доцільно застосовувати агрегат «АРВ-8,1-01», що сприяє якісному, без перемішування, розпушуванню ґрунту. Робоча швидкість – 7-10 км/год. Агрегатується з трактором класу 20 кН (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту

Показники	Нормативи	Допуски
Агрегат для виконання передпосадкового обробітку ґрунту: трактори «ХТЗ-121», «ХТЗ-170», с/г машина «АРВ-8,1-01»		
Терміни виконання операцій	одночасно з садінням саджанців	
Тривалість роботи в одному полі	1	+ 1
Глибина розпушеного шару ґрунту, см	5-6	+ 2
Знищення бур'янів, %	не менше 98%	+ 2
Висота гребенів, см	1,5	± 0,2
Швидкість руху агрегату, км/год.	7-10	± 1
Напрямок руху агрегату	під кутом 3-4 ⁰ С до напрямку садіння	-

Перший прохід агрегату здійснюють по визначеній віхами лінії, що забезпечує прямолінійність руху. При цьому перевіряють якість його роботи: глибину обробітку та гребенистість поверхні ґрунту. Якість роботи агрегату на передпосівному обробітку ґрунту необхідно постійно перевіряти згідно з агротехнічними вимогами.

Павловнія, зважаючи на її високу адаптивну здатність, може рости практично на всіх типах ґрунтів, однак для створення промислової плантації будь-якого призначення оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинистий ґрунт. У зв'язку з сильно розвинутою кореневою системою павловнії для посадки саджанців більшість виробників використовують глибокі лунки.

Для створення лунок під час закладання ділянки використовуються садові ямбури діаметром 40, або 60 см. Лунки повинні бути завглибшки 60-80 см.

Отже, основна мета передпосівного обробітку – покращити аерацію ґрунту, суттєво зменшити кількість бур'янів та створити оптимальні умови для росту рослин. Проектуючи закладання плантації павловнії в умовах Лісостепу України, необхідно підбирати морозостійкий вид чи гібрид павловнії з максимальним приростом біомаси за вегетаційний період.

2.6. Схеми закладання плантації павловнії

Під час планування схеми садіння рослин павловнії враховують габарити існуючої та необхідної техніки: тракторів, культиваторів, мульчувачів тощо. На сьогодні відомо декілька схем садіння промислових плантацій павловнії (*рис. 14*), які відрізняються між собою за шириною міжрядь, відстанню між рослинами в рядку, а також призначенням плантації. Найбільш поширеною схемою для отримання промислової деревини є 4×4 м, що відповідає розміщенню – 625 саджанців на га.

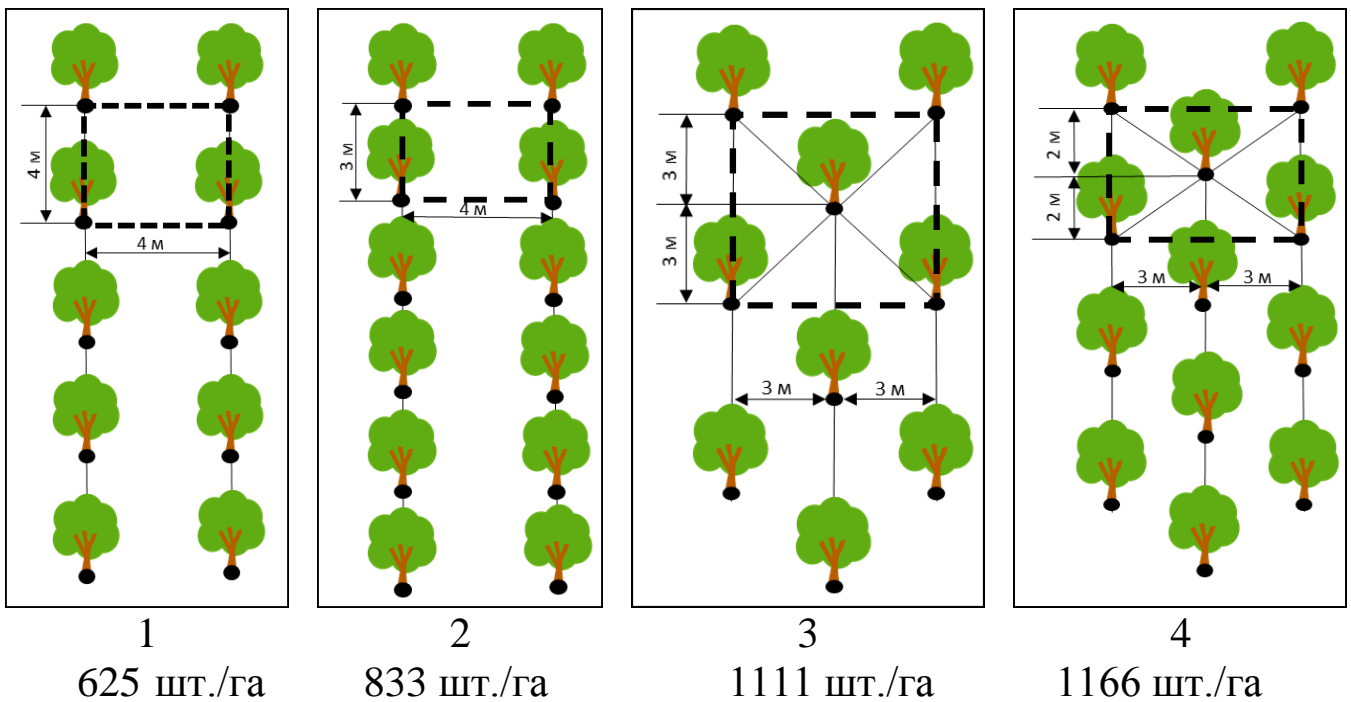


Рис. 14. Варіанти розміщення рослин павловнії на промисловій плантації з різною густиною та площею живлення:

1. Квадратне розміщення рослин – 625 шт./га; 2. Прямокутне розміщення рослин – 833 шт./га; 3. Квадратно-шахове розміщення рослин – 1111 шт./га; 4. Прямокутно-шахове розміщення рослин – 1166 шт./га.

З метою вирощування павловнії для отримання зеленої біомаси використовують максимально загущену схему садіння: 2×2 м або $1,5 \times 3$ м, що відповідає густоті садіння відповідно 2500 і 2222 шт./га. Існують ще більш загущені схеми, що використовуються для вирощування плантацій на отримання фуражу для худоби ($2 \times 0,5$ м або 1×1 м), тобто висаджують 10 000 шт./га. [37; 38]. При створенні таких плантацій у перший рік вегетації застосовують плівку, що покращує догляд за рослинами в рядку. Біомасу на корми тваринам можна збирати на перший та другий рік вегетації рослин павловнії.

Для кращого використання сонячного світла рядки необхідно розміщувати паралельно лінії меридіану (у північно-південному напрямку).

Враховуючи недоліки та переваги відомих закордонних технологій, а також ґрунтово-кліматичні умови України, для промислового вирощування павловнії розроблена вітчизняна енергоощадна технологія прямокутного розміщення рослин із шириною міжрядь 4 м та відстанню між рослинами в рядку 3 м, що відповідає 833 саджанцям на гектарі.

Вибір садивного матеріалу павловнії не повинен бути випадковим. Якість посадкового матеріалу (сіянців, саджанців) тісно пов'язані з укоріненням, ростом рослин та способом збирання біомаси.

Перед закладанням плантацій для отримання ділової деревини враховують можливість високого приросту дерев у висоту та зниження витрат на закладання. На ерозійних ділянках розробляють спеціальну схему догляду без активного обробітку ґрунту, в т. ч. садіння проводять механізованим буром. Ряди рослин павловнії рекомендовано застеляти мульчуючою плівкою в поєднанні з краплинним зрошенням. Якщо для отримання біомаси на плантації кількість дерев висаджених до збирання дорівнює кількості дерев після збирання, то у випадку отримання промислової деревини – до збирання дерев буде менше. Необхідно, щоб стовбур дерева весь час розвивався прямо вгору без гілкування. Окрім рівних стовбурів отримують так звані Z-дерева, в яких рівномірно ростуть річні кільця. Рівні широкі кільця є ознакою високої якості деревини [39; 40].

2.7. Посадка саджанців павловнії

В технології вирощування павловнії ще не розроблені механізовані процеси посадки рослин у ґрунт, тому в господарствах, які вирощують павловнію, дану операцію допоки здійснюють вручну.

Посадку рослин доцільно проводити в оптимальні терміни в II – III декаді травня та I декаді червня. (рис. 15). Однорічні саджанці павловнії пересаджують із розсадника восени в III декаді жовтні-I-II декаді листопада, або в березні-квітні. Останнім часом спостерігається тенденція до зміни погодних умов, зокрема, інтенсивне прогрівання ґрунту навесні. Вегетаційний період теплолюбних культур обмежується переходами середньої добової температури повітря через +12 °C (зазвичай, у цю пору заморозків не буває), а період найбільш активної вегетації – з переходами температури через +16 °C.



Рис.15. Саджанці павлонії повстистої *P. tomentosa* (Thunb.) підготовлені для садіння у відкритий ґрунт.

Більшість дослідників вважають, що оптимальні терміни садіння рослин павлонії настають за фізичної стиглості ґрунту, коли температура на глибині 5 см досягне $+12...14^{\circ}\text{C}$, тобто цей період в зоні Лісостепу України настає в середині травня й продовжується до середини червня. Це важливий фактор для вирощування павлонії, оскільки швидкий ріст і розвиток рослини сприяє більшому накопиченню поживних речовин, що дозволяє взимку краще переносити критичні низькі температури. Пізніші терміни не дають можливості для задерев'яніння стовбура-рослин.

В процесі дослідження розроблено декілька способів підживлення павлонії. Перед садінням рослин в лунки на глибину 40-50 см вносять перегній компосту з розрахунку 3-5 кг на одну рослину й 1 кг попелу, отриманого після спалювання дерев'яної та органічної сировини.

Виробники павлонії на практиці використовують різні способи підживлення. Одним із яких є внесення 2-3 кг перегною та 250-300 г комплексного добрива $\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$ в лунку під коріння живців. Деревя павлонії особливо чутливі до калійних добрив, які впродовж вегетації позитивно впливають на зимостійкість і життєздатність рослин [31; 32].

3. ДОГЛЯД ЗА ПЛАНТАЦІЄЮ ПАВЛОВНІЇ

Під час вирощування павловнії важливе значення має догляд за плантацією, який ґрунтується на застосуванні комплексу агротехнічних і хімічних засобів, що забезпечують надійне контролювання бур'янів та затриманні в ньому вологи.

Для якісного проведення польових робіт із догляду за рослинами павловнії в оптимальні агротехнічні терміни за раціональних затрат праці й коштів слід визначитися з необхідними технологічними операціями, видовим складом і кількістю технічних засобів.

Оптимізація технологічних операцій і технічних засобів догляду за промисловими плантаціями дає можливість створити сприятливі умови для росту та розвитку рослин, отримати заплановану оптимальну для кожного поля врожайність сухої біомаси павловнії за раціональних затрат на їх вирощування й значного зменшення витрат коштів.

При аналізі стану та тенденцій розвитку технічних засобів для догляду за плантаціями павловнії необхідно враховувати:

- зональність вирощування павловнії, згідно з якою потрібно обирати систему прийомів і технічних засобів для їх реалізації, які повинні бути адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов;

- оптимальність застосування відповідних технологічних прийомів і машин за критерієм створення найсприятливіших умов для росту й розвитку рослин, отримання максимального врожаю та економічної ефективності виконання, згідно з якою технологічні операції повинні визначатися для кожного конкретного поля або випадку;

- наявність гнучкої системи догляду за площами, згідно з якою для забезпечення максимальної ефективності виробництва необхідно застосовувати кілька варіантів технологічних операцій.

Догляд за промисловою плантацією павловнії включає також такі технологічні операції, як захист рослин від бур'янів, розпушування ґрунту в міжряддях, захист від шкідників і хвороб.

У перший рік вегетації рослини павловнії слабо конкурують з бур'янами за світло, вологу й елементи живлення, тому для їх контролю, зазвичай, застосовують комбіновану систему захисту від небажаної рослинності. Вона особливо доцільна на площах із високим рівнем насіння бур'янів у ґрунті та за умови недостатнього

рівня матеріально-технічного забезпечення. Ця система передбачає обов'язкове внесення в ґрунт досходових гербіцидів, які діють у ґрунті через кореневу систему, і проведення наступних обприскувань сходів. Головне завдання гербіцидів – забезпечити необхідний захист рослин культури до моменту, коли пагони з листям досягнуть висоти, більшої за висоту бур'янів.

Найбільш складно контролювати комплекс дводольних видів бур'янів, тому основну увагу при виборі ґрунтових гербіцидів необхідно приділяти препаратам (Клопіралід 300 г/л, МЦПА у формі солей диметиламінної, натрію та калію, 500 г/л, тербутилазін, 500 г/л та ін.).

Наземне обприскування необхідно проводити в суху погоду за швидкості вітру до 5 м/с, температури повітря не вище 24°C і не нижче 15°C. У спекотну суху погоду гербіциди вносять після 17-ї години. Допустиме відхилення фактичної норми витрати робочої рідини від розрахункової під час внесення гербіцидів не повинно перевищувати $\pm 5\%$. Дводольні бур'яни також ефективно видаляються механічним способом при дискуванні.

Для контролювання злакових бур'янів використовують гербіциди «Пантера», «Кентавр», «Раундап» та ін.

Механізований догляд за ґрунтом має за мету знищення бур'янів, поліпшення аерації ґрунту, затримання в ньому вологи, поліпшення діяльності корисних мікроорганізмів, процесів нітрифікації тощо. Механізовані операції догляду рекомендується проводити лише на четвертий день після внесення гербіцидів, а ручні – на восьмий день.

На важких ґрунтах, де легко утворюється ґрунтова кірка, необхідно проводити міжрядні розпушування навіть коли вони знижуватимуть захисну дію гербіцидів. На ґрунтах, щільність яких не перевищує 1,1-1,2 г/см³, міжрядні розпушування не проводять, аби не провокувати появу нової хвилі сходів бур'янів.

Кількість доглядів за вегетаційний період залежить від зараженості плантації насінням та кореневищами бур'янів, ґрунтово-кліматичних умов, а також від віку насадження. За перший вегетаційний період вирощування павловнії рекомендується проводити не менше 3-4 доглядів.

Перше розпушування ґрунту в міжряддях павловнії другого року вегетації проводять, за необхідності, в період, коли тільки-но починають проростати пагони рослин після технічного зрізу. Для міжрядного обробітку використовують культиватори типу УСМК-

5,4В(Б) з обладнанням їх однобічними лапами-бритвами з шириною захвату 150-165 мм. Глибина обробітку – 3-5 см. Позаду секції культиватора для ефективнішого знищення бур'янів доцільно встановити пружинну борону. Перший міжрядний обробіток проводять на глибину 3-5 см, другий – на глибину 7-8 (10) см.

На дуже ущільнених і забур'яненних полях застосовують культиватори з активними робочими органами фрезерного типу, в зоні дії яких знищення бур'янів досягається 100%.

Швидкість руху агрегатів під час проведення першого мілкового розпушування не повинна перевищувати 4 км/год.

Перше розпушування ґрунту в міжряддях доцільно проводити на початку вегетації, а наступні – залежно від щільності та забур'яненості ґрунту культиватором на більшу глибину (до 8 см).

Агрегат вводять в міжряддя, визначені для першого проходу, опускають культиватор у робоче положення. На відрізку 10-20 м остаточно регулюють глибину обробітку ґрунту, ширину захисних зон.

Ручні міжрядні обробітки в більшості проводять на перший, рідше – на другий рік вирощування. В міжряддях рослин павловнії, де неможливо повністю механізувати процес обробітку, боротьбу з бур'янами проводять мотоблоком із фрезерними робочими органами. Кількість проходів мотоблоку залежить від забур'янення плантації павловнії (рис. 16.)



Рис. 16. Міжрядний обробіток ґрунту мотоблоком в насадженнях павловнії .

Для боротьби з бур'янами в рядках рослин павловнії ефективним способом є використання мульчувальної плівки або агроволокна.

Суцільне внесення в ґрунт інсектицидів як засіб ліквідації личинок хруща або зниження їхньої чисельності до безпечного рівня рекомендовано для найбільш активних вогнищ із середнім числом личинок у лісовій і лісостеповій зонах понад 5 шт. на 1 м² старшого віку, або 8 – молодшого. Внесення інсектицидів у ґрунт здійснюється одночасно з суцільною оранкою за допомогою пристроїв для висіву насіння в плужні борозни, дозаторів ґрунтових інсектицидів, культиваторів-рослинопідживлювачів тощо. Для цього рекомендуються гранульовані: базудин (діазинон) 10%-й з витратою 25-35 кг/га, волатон (фоксим) 5%-й – 30-50 кг/га (максимальна витрата за кількості личинок понад 10 шт./м²).

Одним з ефективних способів контролю чисельності шкідників на етапі висаджування рослин у ґрунт є внесення інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопрід, тіаметоксам або клотіанідин) в лунку для посадки саджанців. Це дозволяє зберегти рослини павловнії від личинок травневого та червневого хрущів.

Основним засобом профілактики хвороб рослин павловнії є підбір видів і сортів з інтенсивним ростом і високою стійкістю до збудників.

3.1. Захист плантації павловнії від бур'янів

У перший рік догляду за вирощуванням павловнії для промислового використання застосовують ґрунтовий гербіцид «СТОМП» з нормою внесення 5 л/га. Робочий розчин вноситься до проростання посадки рослин в ґрунт. Під час вирощування павловнії на площах із високими запасами насіння бур'янів та недостатнім рівнем матеріально-технічного забезпечення технічними засобами застосовують комбіновану систему захисту плантацій від бур'янів.

Ця система передбачає внесення гербіцидів, що діють на бур'яни через кореневу систему

Дослідженнями встановлено, що проти багаторічних видів злаків застосовують гербіцид «Пантера 40» з нормою внесення 2 л/га. Гербіциди можна застосовувати цілеспрямовано залежно від конкретної ситуації засміченості даного поля.

Механізовані роботи після внесення гербіцидів можна проводити лише на четвертий день. Ручні роботи можна починати на восьмий день після обприскування.

Проводити розпушування міжрядь і внесення гербіциду краще не одночасно, оскільки розпилювачі обприскувача легко забруднюються пилом внаслідок механічної обробки ґрунту. Крім того, дія гербіцидів на забруднені ґрунтом листки знижується.

Для внесення препаратів необхідно використовувати 200-250 л/га води з робочим тиском 2,0-3,0 атм. Вносити менші норми рідини не рекомендовано через небезпеку випаровування й пов'язане з цим зниження біологічної активності препаратів. Для якісного розприскування розчину швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 6-7 км/год.

Оскільки на обсяг води, що витрачається, впливають розпилювачі, робочий тиск і швидкість руху, режим обприскування потрібно встановлювати відповідно до ширини захвату обприскувача, довжини поля й числа повних обробітків для того, щоб обприскувачі можна було заправляти на краю поля.

Вносити препарати на поле можна штанговими обприскувачами з різною шириною захвату до 30 м. В господарствах найбільш поширеними обприскувачами є «ОП-2000-2-01», «ОПШ-2000», «ОСШ-2500», «ОПК-3000», «RAU», «Харді-2200», що обладнані щілинними розпилювачами, індивідуальними відсікаючими клапанами та фільтрами.

Наземне обприскування проводять у суху погоду за швидкості вітру до 5 м/сек. і температури не вище 24°C й не нижче 15°C. У спекотну суху погоду обробіток плантації доцільно проводити після 17 години.

Допустиме відхилення фактичної норми витрати робочої рідини від розрахункової під час внесення гербіцидів не повинно перевищувати $\pm 5\%$.

Під час роботи штанга обприскувача не повинна коливатись у вертикальному напрямі.

Рух агрегату повинен бути плавним на постійній швидкості. Це забезпечує рівномірність внесення робочої рідини. Не допускається проведення повторних проходів і перекриття та наявності огріхів (табл. 3.1).

Застосування гербіцидів перед посадкою живців павловнії в ґрунт має певні умови:

- внесення гербіцидів можливе тільки на ґрунтах, що містять не більше 3 % гумусу; за вищого вмісту гумусу гербіциди адсорбуються органічними частками ґрунту й їх дія знижується;

- на легких малосорбційних ґрунтах на рослинах павловнії, особливо за дощової погоди, може виявлятися фітотоксична дія;

- потрібна достатня кількість вологи в ґрунті, щоб необхідна кількість діючої речовини гербіциду розчинилася й стала доступною для коренів бур'янів;

- бур'яни, що проростають у поверхневому шарі ґрунту, можуть недостатньо піддаватися дії гербіцидів;

- необхідність рівномірного змішування деяких гербіцидів із ґрунтом може викликати його занадто глибоке розпушування, через що порушується капілярна система. Тим самим погіршуються умови для росту рослин павловнії, особливо в посушливі роки;

Агротехнічні вимоги до внесення ґрунтових гербіцидів

Показники	Нормативи	Допуск и
Агрегат для внесення розчинів ґрунтових гербіцидів: трактор «МТЗ-80», с.-г. машина «ОП-2000-2-01», «ОПК-3000»		
Терміни виконання операцій, дні перед садінням.	15	-1
Норма внесення препаратів, %	згідно з рекомендаціями залежно від швидкості руху та ширини захвату агрегату. Норма на 1 га встановлюється за діючою речовиною	+5
Нерівномірність розподілу гербіцидів, %	не допускається	
Глибина загортання гербіцидів, см	згідно з рекомендаціями, адаптованих до зони	-
Спосіб руху агрегатів	прямолінійний	
Швидкість руху агрегатів, км/год.	постійна, 7	±1
Ширина смуги, що обробляється розпилювачем, см	регулюється висотою розпилювачів відносно поверхні ґрунту	
Повторна обробка (перекриття захвату)	Не допускається пропусків, агрегат обладнаний маркерами, відмічати вмикання	
Оптимальна норма внесення рідини, л/га	200-250	
Швидкість вітру, м/сек.	до 3	
Температура, С ⁰	19	+5

- ґрунтова флора й фауна також зазнає дії пестицидів;
- за частого випадіння дощів та за проявів водної ерозії після внесення гербіцидів виникає небезпека їх потрапляння в поверхневі водойми та хімічного забруднення довкілля.

Внесення гербіцидів проводять штанговими обприскувачами: «ОП-2000-2-01», «ОПК-3000», «ОСШ-2500», які обладнано щілинними розпилювачами й відсікаючими клапанами та фільтрами.

Перевірку роботи обприскувача на норму вилливу розчину проводять із використанням води з урахуванням встановленої норми вилливу рідини обприскувачем, швидкості руху та ширини захвату агрегату на 1 га.

Норми витрати гербіцидів на 1 га встановлюють за діючою речовиною.

На важких і запливаючих ґрунтах, де легко утворюється ґрунтова кірка, необхідні міжрядні розпушування. Їх доцільно проводити навіть коли вони знижуватимуть захисну дію гербіцидів. На ґрунтах, щільність яких не перевищує 1,1-1,2 г/см і які не запливають, міжрядні розпушування не проводять, бо це сприяє появі нової хвилі сходів бур'янів.

Гербіциди, що використовують для боротьби з бур'янами за вирощування павловнії, належать до токсичних сполук. Під час роботи з ними необхідно суворо дотримуватися вимог і положень Інструкції з техніки безпеки з використання пестицидів, мінеральних добрив та насіння:

- гербіциди вносять під керівництвом фахівця з захисту рослин, або після консультацій із ним;

- особи, що беруть участь у приготуванні робочої рідини, заправці обприскувача, проводять обприскування, повинні бути в комбінезонах, головних уборах, гумових або брезентових рукавицях, захисних окулярах та респіраторях;

- до роботи з гербіцидами допускають осіб, що не мають протипоказань щодо роботи з пестицидами, але не допускають підлітків до 18 років, вагітних жінок і тих, що годують немовлят;

- працювати безпосередньо з отрутохімікатами дозволяють не більше 6 годин;

- обприскування штанговими обприскувачами допускається за швидкості вітру не більше 3 м/с;

3.2. Захист плантацій павловнії від шкідників і хвороб

Павловнія – нова культура для умов України, на плантаціях якої не виявлено масового заселення конкретних шкідників та збудників хвороб, тому спеціальні профілактичні загально-технологічні заходи застосовують рідко. Проте зустрічаються поліфаги: попелиця, щитівка, слимаки, хрущі. Найбільшої шкоди завдають травневий (*Melolontha melolontha L.*) та червневий (*Amphimallon solstitialis L.*) хрущ, (родина пластинчастовусих), що ушкоджують рослини обгризаючи листки, а личинки – кореневу систему павловнії.

У роки масового розмноження жуки можуть повністю об'їдати листя дерев. Особливо потерпають рослини через ушкодження коріння личинками другого і третього віку з травня по вересень. А найчутливіші до ушкоджень молоді дерева, які часто гинуть.

Хрущі з'являються в середині травня й уражують рослини до кінця червня. Личинки першого віку – брудно-білого кольору, шестиногі. Личинки подальших віків – білі, великі, 3-подібні. Личинки останнього віку досягають довжини 45-65 мм. Кожне покоління хруща живе від трьох до п'яти років. Тривалість життя кожного покоління хруща залежить від географічної широти місцевості, кліматичних умов, зокрема температури й кількості їжі. Через місяць-півтора після того, як відкладені яйця, з них виходять личинки, які живуть у землі три-чотири роки. Таких личинок у народі в Україні називають «борозняками». Вони зовсім не схожі на дорослих хрущів. Личинки пристосовані до життя в ґрунті. Завдяки червоподібній формі тіла вони в ньому легко пересуваються. Подібно до більшості тварин, що живуть у темряві, личинки хрущів мають біле забарвлення. Очі в них відсутні. За допомогою сильних, схожих на щипці, верхніх щелеп личинка хруща риє землю й перегризає коріння рослин, яким вона живиться. В перший рік свого життя личинки хруща живляться різними рослинними залишками, а на другий, і, особливо, третій рік життя перегризають коріння різних рослин і підгризають коренеплоди.

В суху спекотну погоду павловнія може уражатися попелицями. Зрідка павловнію пошкоджує квітковий п'ядун і трач (пильщик). Відомо, що деревина павловнії накопичує танін, який робить її стійкою до поїдання термітами й пильщиками [34; 35]. В захисті від попелиці, совки, щитівки та багатьох інших комах ефективними є звичайні системні інсектициди. Після зими, щоб позбавитися від

шкідників, дерева павловнії рекомендують обприскувати спеціальним розчином.

Повторне профілактичне обприскування проводять інсектицидами «Актара», «Актеллік», «Енжіо», «Матч». Для захисту рослин від хвороб і грибних інфекцій їх обробляють фунгіцидами («Квадрис», «Ордан», «Радоміл Голд», «Хорус», «Максим» тощо).

Одним із ефективних способів контролю чисельності цих шкідників є замочування кореневої системи павловнії перед висадкою в розчині інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопід, тіаметоксам або клотіанідин). Це дозволяє зберегти рослини за значної чисельності личинок старших віків травневого та червневого хрущів упродовж 30 і більше днів.

До найпоширеніших хвороб можна віднести збудників чорної ніжки та фузаріозу [33]. Чорна ніжка – захворювання, яке найчастіше з'являється в молодих саджанців. Коренева шийка чорніє й загниває, що, в свою чергу, призводить до загибелі рослин. Джерелом хвороб є гриби, які існують на поверхні ґрунту й живляться тканинами рослин. Причиною появи цих грибів є надмірний полив, загущений посів, низький вміст у повітрі кисню (в разі тепличних умов), різкі перепади температури. З метою попередження захворювання розсади на чорну ніжку, фузаріоз рослини, живці вирощуються на стерильному перліті з додаванням розчину елементів мінерального живлення та 3,0-5,0 мг/л розчину AgNO_3 .

3.3. Розпушування ґрунту в міжряддях

Таку технологічну операцію проводять із метою поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту, покращення умов для росту та розвитку рослин павловнії в ранній період вегетації. Відмова від розпушування ґрунту збільшує непродуктивні витрати вологи з верхніх шарів ґрунту в період інтенсивного росту.

Міжрядні розпушування сприяють поглинанню атмосферних опадів, зменшують щільність ґрунту. Потребу в розпушуваннях, їх частоту, глибину визначають з урахуванням таких факторів: стану розвитку рослин павловнії, кількість опадів, щільність ґрунту та ін.

Для виконання міжрядного розпушування ґрунту можна використовувати ґрунтообробні агрегати: «КРНВ-5,6-02», «КФ-5,4», «ЛСД-3,1», «ORTOLAN HC250» (роторий), «HC250».

Міжрядний обробіток ґрунту зазвичай здійснюють через 14 днів після висадження рослин павловнії в ґрунт у фазі 6-8 листків. Для

ефективного знищення бур'янів у міжряддях використовують агрегат, укомплектований лапами-бритвами, встановленими на глибину 3-5 см та стрілчасті лапи – на глибину 7-9 см.

Через 14 днів після першого, доцільно проводити другий міжрядний обробіток ґрунту з присипанням бур'янів у рядках за висоти рослин павлової 35–40 см. Для цього культиватор укомплектовують спеціальними підгортачами.

Рихлення міжрядь в насадженнях павлової має не менш вагоме значення, ніж знищення бур'янів, оскільки рослини погано переносять переущільнення ґрунту. Слід зважити на те, що робоча ширина захвату культиватора має співпадати зі шириною міжряддя. Культиватори «КРНВ-4,2», «КРНВ-5,6-02» агрегуються з тракторами класу 14-20 кВт. Марки агрегатів для виконання цього технологічного процесу наведено в (табл. 3.3).

На дуже ущільнених і забур'яненних полях застосовують культиватори з активними робочими органами фрезерного типу (удосконалені агрегати на базі «КФ-5,4»), в зоні дії яких досягається 100% знищення бур'янів. Швидкість руху агрегатів під час проведення першого мілкового розпушування не повинна перевищувати 4 км/год.

Перше розпушування ґрунту в міжряддях доцільно проводити на початку вегетації. Наступні розпушування – залежно від щільності та забур'яненості ґрунту. Якщо щільність ґрунту становить 1,20-1,25 г/см³ і більше та з'являються бур'яни, то необхідно провести розпушування ґрунту культиватором на більшу глибину 8-10 см з підгортанням рослин павлової спеціальними підгортачами (окучниками), при цьому відбувається присипання бур'янів у зоні рядка.

Таблиця 3.3

Агрегати для міжрядного обробітку ґрунту в посадках павлової

Назва	Марка	Агрегуються з тракторами тягового зусилля, кВт	Ширина захвату, м	Продуктивність, га/год.
Культиватори	«КРНВ-4,2»	14 – 20	4,2	2,5
	«КРНВ-5,6-02»		5,6	3,4

Агрегат виводять у міжряддя, визначені для першого проходу, опускають культиватор у робоче положення. На відрізку 10-20 м остаточно регулюють глибину обробітку ґрунту та ширину захисних зон.

Найефективнішим заходом є присипання бур'янів у зоні рядка в ранні періоди їх розвитку. Для цього необхідно правильно вибрати термін проведення цієї операції. Досвід показує, що 2-3-разове присипання бур'янів рівноцінне застосуванню ґрунтових гербіцидів. Ретельно проведене присипання бур'янів сприяє збереженню вологи в нижніх шарах ґрунту, вирівнюванню ґрунту в зоні рядка.

Присипання бур'янів у зоні рядків починають, коли рослини досягнуть висоти 35-40 см. Для виконання цієї операції агрегати комплектують з тракторами «МТЗ-82 (100)», культиваторами «КРНВ-5,6-02», укомплектованими переобладнаними захисними дисками, плоскорізальними лапами-бритвами або спареними лапами-бритвами з полчками.

Після утворення в рослин павловнії пагонів висотою 40-50 см для присипання бур'янів у зоні рядка використовують ті ж робочі органи. Кількість присипань зумовлюється інтенсивністю з'явлення бур'янів у зоні рядка.

Підготовку культиватора проводять так, як і для першого розпушування ґрунту в міжряддях та відповідним чином налаштовують робочі органи. Спочатку переобладнують захисні диски. До площини стояка диска протилежної тій, яка притискається бічним болтом у тримачі гряділя, приварюють відрізок дроту довжиною 80 мм і товщиною 4 мм, завдяки чому досягається встановлення дисків на гряділі опуклим боком до міжряддя під кутом 12-14° до напрямку рядків. Відстань від рядка до найближчої точки леза, що спирається на регулювальний майданчик, може бути у межах 7-9 см. За присипаючими робочими органами встановлюють на кожному гряділі у двох бічних тримачах лапи-бритви, а в задньому центральному тримачі – ротаційну батарею.

Для присипання бур'янів на початку літнього періоду вегетації (не пізніше червня) на кожному гряділі культиватора в передній частині ставлять лапи-бритви або долото, а в задньому або пересувному центральному тримачах – переобладнані захисні диски.

Робочі органи на глибину обробітку регулюють так само, як і для розпушування ґрунту в міжряддях і зоні рядків. Водночас глибина ходу робочих органів повинна бути близькою до необхідної висоти валка, а глибина ходу лап-бритв і ротаційних батарей – до 5 см.

Під час присипання бур'янів ґрунтом у зоні рядків павловнії слід дотримуватися агротехнічних вимог (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Агротехнічні вимоги щодо присипання бур'янів ґрунтом у зоні рядків павловнії

Показник	Норма
Початок виконання роботи	Висота рослин павловнії до 40 см
Тривалість роботи, днів	4-6
Висота ґрунтового валика, см	
за першого присипання	3-5
за другого присипання	6-8
Кількість знищених бур'янів у зоні рядка, не менше, %	90-95
Швидкість руху агрегату, км/год.	5-7
Спосіб руху агрегату	Човниковий вздовж рядків

Швидкість агрегату зі застосуванням робочих органів для присипання бур'янів у зоні рядків – 5-6 км/год. Внаслідок проведення цієї технологічної операції можна забезпечити знищення бур'янів у зоні рядків на 90-95 %.

Контролювання чисельності бур'янів є одним із факторів, що значно впливає на досягнення високих урожаїв. При цьому не виключається застосування гербіцидів.

У межах інтегрованого або адаптованого землеробства, контролювання чисельності бур'янів включає технологічні фактори, за допомогою яких можна значно зменшити забур'яненість полів. До таких інтегрованих заходів і факторів можна віднести: диференційований, високоякісний обробіток ґрунту; механічне, агротехнічне контролювання чисельності бур'янів; застосування засобів захисту від шкідників та хвороб.

Усі ці елементи мають бути взаємопов'язані та екологічно й економічно обґрунтовані. Їх оптимальне поєднання є не тільки виправданим з точки зору захисту довкілля, але й з точки зору раціонального та економного застосування гербіцидів.

3.4. Особливості поливу павловнії на плантації

У перший рік вегетації павловнії (особливо в першу його половину) необхідно проводити інтенсивне регулювання водного режиму ґрунту. В другу половину вегетації на початку осені інтенсивність поливів знижують, чим досягається уповільнення й призупинення росту рослин для підготовки їх до зимового періоду. Дефіцит води, як і її надлишок, негативно впливає на рослини павловнії. Тому одним з основних елементів технології вирощування павловнії є управління водним режимом ґрунту впродовж усього вегетаційного періоду. Забезпечення рослин достатньою кількістю води, а також підтримання задовільної вологості ґрунту, гарантує оптимальний ріст та високу продуктивність насаджень.

Після садіння саджанців павловнії відразу необхідно здійснити полив із розрахунку 3-5 л води, аби досягти тісного контакту ґрунту з кореневою системою та мінімізувати стрес рослини від пересаджування (рис. 17).



Рис. 17. Полив саджанців павловнії після посадки у відкритий ґрунт.

Коренева система повинна мати можливість поглинати воду на глибині декількох метрів. Рослини, які не достатньо розвинули кореневу систему в рік садіння, мають підвищений ризик загинути. Тому для павловнії, особливо в перші два роки після висаджування саджанців, вирішальними факторами виживання й інтенсивного росту є полив рослин. У зв'язку з цим, у регіонах, де кількість опадів

менше 700-800 мм у рік, особливо в суху погоду, на промислових плантаціях необхідно особливо контролювати вологість ґрунту. За умови створення плантації навесні й до початку осені в перший рік вегетації, саджанці павловнії необхідно поливати з розрахунку близько 20-30 л води на рослину. Якщо кількість опадів нижча за 500 мм, доцільно застосовувати додатковий полив рослин, зокрема – крапельне зрошення. Така система дозволить подавати воду безпосередньо в прикореневу зону рослини регульованими малими порціями за допомогою спеціальних дозаторів, що суттєво зменшить кількість води для поливу й оптимізує її витрату. Завдяки глибокому заляганню кореневої системи рослина з другого року життя забезпечує себе водою з нижніх ґрунтових запасів [41; 42]. Крапельне зрошення – метод поливу рослин, за якого вода подається безпосередньо в прикореневу зону рослини регульованими малими порціями за допомогою спеціальних дозаторів-крапельниць. Крапельне зрошення не викликає ерозії ґрунту; воно особливо ефективне за дефіциту водних і земельних ресурсів, у пересічній місцевості, за близького залягання рівня підґрунтових вод та на малопотужних водопроникних ґрунтах.

До основних переваг краплинного зрошення перед традиційними способами поливу відносять:

- зручність експлуатації (управління поливом здійснюється з пульта);
- економію поливної води в 2-3 рази, електроенергії на подачу води в 1,5-2,5 рази, добрив за рахунок їх внесення локально з поливною водою на 20-50%;
- підвищення продуктивності та покращення якості сировини на 25-40%;
- зменшення витрат води на інфільтрацію та випаровування;
- відсутність поверхневого стоку та водної ерозії;
- можливість застосування поливу в пересічній місцевості та на ділянках зі складним рельєфом;
- можливість повної автоматизації процесу поливу та рівномірного розподілу води по поливній площі;
- можливість подачі добрив разом із поливною водою;
- можливість проведення поливів у поєднанні з іншими агротехнічними заходами.

Система краплинного зрошення – це сукупність технологічно та технічно пов'язаних між собою технічних засобів, призначених для забирання, очищення, транспортування та розподілу поливної води на

ділянці зрошування за допомогою водовипусків. У загальному вигляді до складу системи краплинного зрошення входять: джерело зрошення, насосна станція, фільтраційна станція, вузол внесення добрив і хімічних реагентів із поливною водою, мережа магістральних, розподільних, ділянкових трубопроводів, поливні трубопроводи з інтегрованими водовипусками чи тупиковими крапельницями, з'єднувальні деталі, запірно-регулююча та запобіжна арматура, засоби обліку води, вузол автоматичного управління системою. Джерелом зрошення може бути канал, річка, озеро, ставок, свердловина, напірна водопровідна мережа, що характеризується доброю якістю води та здатністю забезпечувати можливість забору води, щоб поповнювати дефіцит вологи в кореновому шарі ґрунту.

На ринку України представлено велику кількість поливних систем з інтегрованими та тупиковими крапельницями переважно зарубіжних виробників. Тому під час проектування системи зрошення вибір типу поливного трубопроводу є складним завданням і має проводитися висококваліфікованими фахівцями, оскільки вартість поливної мережі, в середньому, становить 45-55% від вартості матеріалів всієї системи.

Варто особливо зазначити, що саме правильний вибір типу поливного трубопроводу та його розміщення дає можливість створити таку систему краплинного зрошення, яка за своїми техніко-технологічними можливостями забезпечить реалізацію технологічного процесу потрібної надійності.

Основною вимогою під час вибору будь-якого поливного трубопроводу має бути максимальна відповідність його технічних характеристик конкретним умовам застосування. Поливні трубопроводи розміщують по поверхні землі з закріпленням крапельниць безпосередньо до поливного трубопроводу. Надійність роботи та термін експлуатації поливних трубопроводів з інтегрованими водовипусками та тупикових крапельниць багато в чому залежать від якості поливної води. Враховуючи, що якість води природних джерел не завжди відповідає таким вимогам, одним з основних елементів системи краплинного зрошення є засоби очищення води від механічних і біологічних забруднень. Технологічна схема очищення води обирається залежно від якості води у джерелі водопостачання, типів трубопроводів та їх вимог до ступеня очищення води.

В системах краплинного зрошення зазвичай застосовують одної двоступеневу схему очищення води з використанням сітчастих, дискових та піщано-гравійних фільтрів.

Під час використання для поливу води з поверхневих джерел (річка, озеро, ставок, водосховище) застосовують двоступеневе очищення з використанням піщано-гравійних і сітчастих (дискових) фільтрів. Якщо джерелом зрошення є напірна водопровідна мережа або артезіанська свердловина, то використовують одноступеневу схему очищення.

Водоспоживання промислової плантації павлонії залежить від метеорологічних факторів, біологічних особливостей та віку рослин, ґрунтових умов, агротехніки, а також – значною мірою – від способів поливу та режимів зрошення. Водоспоживання деревної плантації в межах Лісостепу змінюється від 4000 до 5000 м³/га. [43;44]. Тобто, для отримання високих та стабільних врожаїв за вегетаційний період повинно випадати не менше 450 мм опадів. У Лісостепу України (підзона нестійкого та недостатнього зволоження) випадає від 430 до 500 мм опадів за рік та 300-350 мм за період вегетації. Тому вирішальною умовою отримання високого приросту біомаси павлонії є зрошення: в загальному об'ємі водоспоживання промислової плантації воно становить близько 40–50% за традиційного способу поливу і 10–30% за краплинного зрошення.

В оптимальних умовах розвитку рослин за краплинного зрошення водоспоживання коливається від 4000 до 4500 м³/га, а кількість опадів, які випадають за вегетаційний період у підзоні нестійкого та недостатнього зволоження Лісостепу України, змінюється від 3000 до 3500 м³/га. Тому дефіцит вологи, який створюється, необхідно компенсувати за рахунок зрошення.

За ущільненого садіння саджанців павлонії кореневі системи дерев можуть переплітатися та утворювати спільну кореневу систему. Під час випаровування волога переміщується з глибших шарів до поверхні. Як тільки вологість ґрунту на поверхні зменшиться до рівня встановлення рівноваги з атмосферою, швидкість випаровування різко знижується.

Висушування кореневмісного шару ґрунту залежить від особливостей розвитку кореневої системи. Інтенсивність висушування ґрунту на різних глибинах та відстанях від рослини неоднакова. Найшвидше ґрунт висушується в інтенсивних багаторічних насадженнях у зоні радіусом 0,6-0,8 м до глибини 0,4-0,5 м.

Зволоження ґрунту за краплинного зрошення відбувається локально.

Застосування різних водовипусків із неоднаковими схемами їх розміщення дозволяє формувати зони зволоження, що найбільш повно відповідають розмірам зон розміщення основної маси кореневої системи. В регіонах із дефіцитом водних ресурсів рекомендовано встановлювати тупиковий краплинний водовипуск біля стовбура дерева. Це дозволить зменшити норми поливу, а, відповідно, й норми зрошення, не втрачаючи врожайність біомаси. При цьому капітальні витрати на облаштування поливної мережі системи краплинного зрошення збільшуються.

Правильно обраний метод призначення термінів та норм поливів забезпечує максимальну віддачу та високу ефективність технології краплинного зрошення. Існують різні методи визначення термінів та норм поливів: за вологістю ґрунту; за фізіологічними показниками; розрахунковий, із використанням різних формул та коефіцієнтів; інструментальний, із використанням складних приладів (лізиметрів, випаровувачів). На практиці у призначенні строків і норм поливу за даними визначення вологості ґрунту ефективно використовувати тензіометричний метод, який забезпечує високу точність. Дані оперативного контролю стану й доступності ґрунтової вологи для рослин за допомогою тензіометрів можуть використовуватися для короткострокового (на 3-5 діб) прогнозування термінів чергового поливу.

Терміни чергового поливу прогнозують за добовою інтенсивністю (швидкістю) зниження тензіометричного тиску. Визначення оптимальних норм поливу за допомогою тензіометрів рекомендовано проводити за дефіцитом вологозапасів кореневого шару ґрунту.

3.5. Пасинкування дерев павловнії

Пасинки – це пагони, що розвиваються на стовбурі павловнії з бруньок біля основи листків. У процесі вегетації з них утворюються значна кількість гілок, які погіршують провітрювання крони та затримують освітлення. Якщо на дереві буде занадто багато пасинків, під їхньою вагою стовбур павловнії може зламатися.

Під час пасинкування здійснюється видалення бічних пагонів, які утворюються в пазухах листків із прилисткової бічної або пазушної бруньки на початку їх відростання. Якщо не проводити пасинкування дерев павловнії, вони активно розвиваються в крону. Пасинкування потрібно проводити для того, щоб правильно сформувати стовбур дерева.

Пагони, які згущують крону, краще видаляти на початку їх розвитку. Цю операцію необхідно здійснювати впродовж літа регулярно, коли їх довжина ще не досягла 5-6 см. Зазвичай, це роблять не рідше, ніж раз у два тижні, починаючи з 30 дня після висадки саджанців в ґрунт (рис. 18).

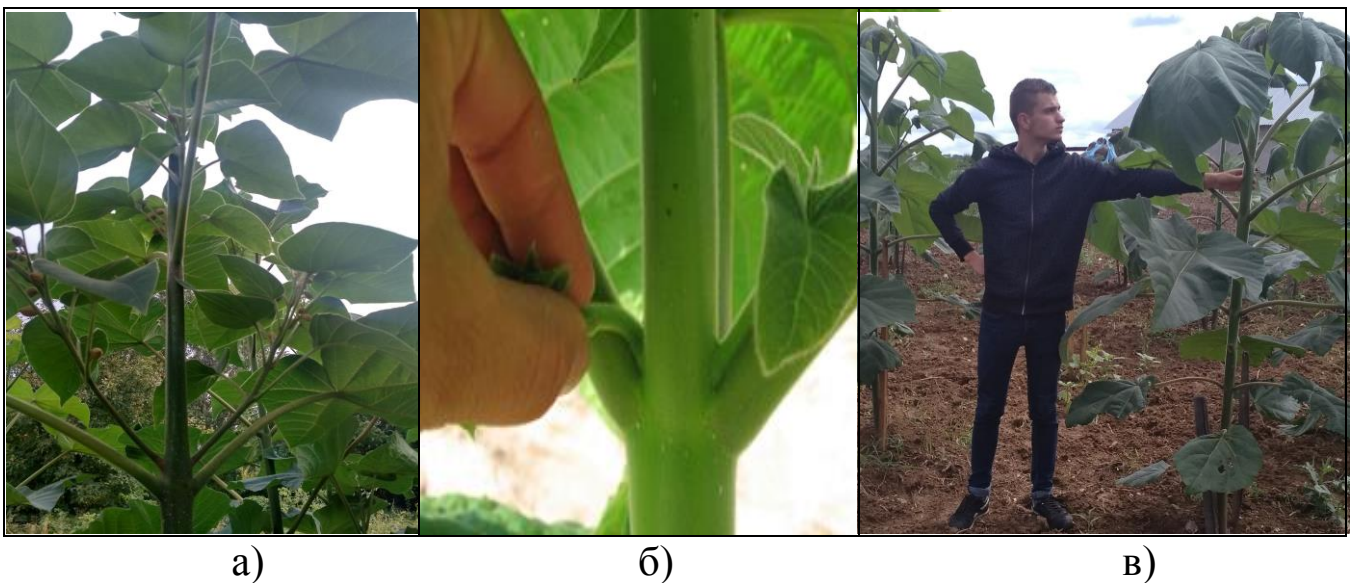


Рис. 18. а) Загальний вигляд павловнії з верхніми пасинками; б) обламування пасинка з бруньки біля основи листків павловнії; в) пасинкування пагонів павловнії влітку.

Пасинки, які утворюються на стовбурі дерева, краще видаляти вранці, в цей час вони легко кришаться.

Гілки, що виростили на стовбурі на рівні 2-3 м, збільшують дефекти деревини, що призводить до зниження якості та вартості сировини. Лише послідовне розміщення сучків забезпечує високий вихід пиломатеріалів. Окрім забезпечення кращої якості деревини видалення їх в цей час потребує менших затрат.

Необхідно уважно виконувати цю операцію, щоб не обламувати листя, оскільки можуть залишитися ушкодження кори на стовбурі.

За необхідності цей процес можна повторити до п'яти разів.

3.6. Технологічний зріз стовбура павловнії

Рослини павловнії у перший рік вегетації більшу частину своїх ресурсів витрачають на розвиток кореневої системи, а інтенсивний ріст надземної частини спостерігається, починаючи з другого вегетаційного періоду. За недостатньо розвинутої кореневої системи молодих дерев виникає ймовірність ушкодження їх вітром.

Крім цього, після першого року вегетації в більшості рослин павловнії, навіть у регіонах із відносно м'якою зимою, верхівка пагона (10 – 15 см) підмерзає. Це пов'язано з тим, що до кінця періоду вегетації молоді пагони не встигають задерев'яніти. Формування кущоподібної форми рослини є доцільним за вирощування енергетичної біомаси та листя на корм тваринам, а прямого стовбура – для вирощування цінних сортиментів деревини.

На наступний рік орієнтовно в кінці березня, після завершення весняних приморозків необхідно провести зрізання стовбурів дерев на висоті 3-5 см від поверхні ґрунту. Цю операцію називають технічним зрізом. Така операція стимулює швидший ріст і розвиток вегетативної частини дерев, а також його кореневої системи. Надалі цей прийом сприяє формуванню рівного стовбура – без сучків, що позитивно впливає на якість деревини. Після цього від кореневої системи павловнії відростають нові пагони (*рис. 19*), набагато товстіші та вищі, ніж торішні, які, за вирощування біомаси на корм для тварин, залишають для подальшого росту, а в разі вирощування деревини на промислові цілі – видаляють зайві бічні пагони, залишивши один найвищий і найтовстіший.



***Рис. 19: а) технологічний зріз стовбура павловнії першого року;
б) відростання пагонів зі зрізаного стовбура весною.***

Для отримання високоякісної деревини в перший і другий рік після технічного зрізу видаляють молоді новоутворені, ще незадерев'янілі зелені бічні пагони (пасинки), залишаючи стовбур гладким (рис. 20). Окрім забезпечення кращої якості деревини, їх видалення в цей час потребує менших матеріальних витрат.



Рис. 20. Відростання однорічного стовбура павловнії за період вегетації після технічного зрізу.

3.7. Збирання біомаси павловнії

Терміни та спосіб збирання деревини та біомаси павловнії залежать від планів її подальшого використання: для виробництва промислової деревини чи використання біомаси в якості сировини, для виробництва біопалива чи на корм тваринам.

Якщо біомаса використовується як сировина для виробництва кормів, то біомасу слід збирати в період максимальної врожайності зеленої маси.

У випадку використання деревини як сировини для виробництва твердого біопалива – збирання врожаю слід розпочинати у період максимального накопичення сухої біомаси. Зазвичай це відбувається наприкінці жовтня.

Збирання деревини павловнії для промислового використання проводять з листопада по березень, за найменшої вологості. У листопаді вологість біомаси в середньому становить 55-60%, а в лютому знижується до 40-45%.

Вихід сухої біомаси та її якість багато в чому залежить від термінів збирання врожаю. Листя павловнії, що опадає за зимовий період, можна використати як мульчу або як органічне добриво. Динаміку розвитку дерев на промисловій плантації залежно від віку показано на *рис. 21*.



а) однорічні

б) дворічні

в) трирічні

Рис. 21. Загальний вигляд дерев павловнії на промисловій плантації в НТЦ «Біоенергія» залежно від віку.

Циклічність збору врожаю – через кожні 5-6 років. Як правило, для цього використовують традиційну лісозаготівельну техніку, яка забезпечує заготівлю ділової деревини з одночасним подрібненням відходів (гілок) на паливну тріску.

За дотримання усіх рекомендацій, на п'ятий рік після створення плантації виробники біомаси отримують 400-600 м³/га якісної ділової деревини [45; 46; 47; 52].

Після зрізування стовбура рослина знову регенерує від тієї ж самої кореневої системи. Завдяки цьому можна знову отримати повноцінну деревину за такий самий проміжок часу. Однак виробники, котрі займаються цією культурою, самі визначають часовий проміжок зрізування деревини. Все залежить від того, на які цілі буде використовуватися сировина.

3.8. Сумісне вирощування павловнії з іншими сільськогосподарськими культурами

Для створення плантацій павловнії можна використовувати малородючі землі, які не конкурують зі землями для вирощування зернових і технічних культур. Але перед закладанням плантації необхідно провести аналіз ґрунту, щоб спланувати подальші дії для оптимізації технологічних операцій з його підготовки.

Ефективним способом при вирощуванні павловнії на присадибних ділянках є використання у міжряддях технічних та овочевих культур, зокрема цибулі, огірків, кабачків, гарбузів, полуниці та ін. (рис. 22).

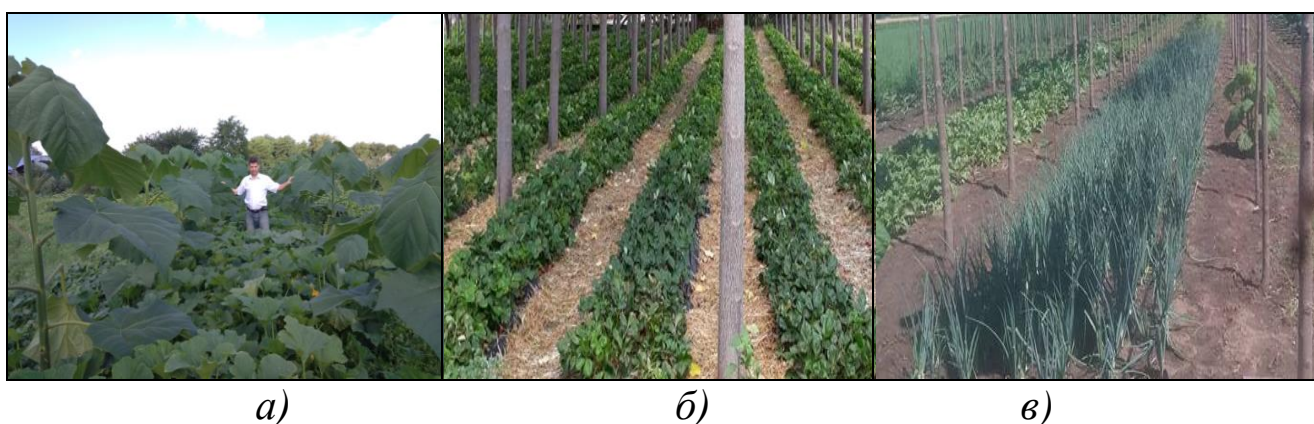


Рис. 22. Сумісне вирощування павловнії з іншими сільськогосподарськими культурами в міжряддях: а) гарбузів та кабачків; б) полуниць; в) огородини (цибулі, перцю).

Сумісне вирощування павловнії з іншими сільськогосподарськими культурами в загальному підсумку забезпечує високу продуктивність біомаси, раціональне використання плантації, економію коштів та отримання додаткової сільськогосподарської продукції з однієї плантації.

Квітки павловнії є добрим медоносом. За різними оцінками, медопродуктивність павловнії сягає 800 кг/га. Під час цвітіння дерев розміщення пасіки поблизу плантації сприятиме додатковому прибутку. Мед, отриманий з нектару павловнії, прозорий, не кристалізується, схожий на акацієвий, має лікувальні властивості. Також сировина павловнії може використовуватися для отримання целюлози – природного полімерного матеріалу, що застосовуються в хімічній, паперовій, текстильній промисловості [48; 49; 50; 51; 52].

3.9. Використання деревини та біомаси павловнії

Павловнія – представник м'якої породи дерев, що набирає біомасу до 150-180 т/га за три роки. Дерево користується підвищеним попитом у виробництві меблів, фанери, в авіа- та суднобудуванні, для виготовлення музичних інструментів, спортивного інвентарю тощо.

Останнім часом дерево отримало велику популярність у біоенергетиці. Біомасу павловнії використовують для виробництва паливної тріски й сировини для твердих видів біопалива, а листя придатне як сировина для біогазових установок. Тверде біопаливо виготовлене з біомаси павловнії може бути заміною або для змішування при спалюванні вугілля, коксу та мазуту. Два кілограми гранул з павловнії еквівалентні 1 л дизельного палива, а вартість отриманої енергії – у вдвічі менша.

Рослини павловнії ростуть набагато швидше, ніж високопродуктивні біоенергетичні культури тополя та верба. Щорічний приріст біомаси павловнії не має собі рівних – 3-5 м висоти в рік, а вже за п'ять років досягає максимуму – 20 м. Насадження цієї культури здатні відновлювати ділянки землі, які були пошкоджені внаслідок пожеж, зсувів та інших природних руйнувань.

Технологія вирощування швидкорослих дерев дозволяє за короткий термін отримати якісну ділову деревину легшу на 30 % за інші породи дерев.

Сучасні технології плантаційного вирощування ділової деревини дозволяють за 5-річний період із 1 га отримати від 400 до

500 м³ якісної деревини. Рослини павловнії самостійно регенерують із кореня та здатні рости в екстремальних температурних умовах і на різних типах ґрунтів. Також це дерево не виснажує родючий шар ґрунту, дає нові пагони після вирубки, які здатні відростати знову.

Маса 1 м³ павловнії становить близько 280-310 кг, енергетична цінність біомаси становить – 4211 ккал/кг [51; 52]. Деревина павловнії гладка, рівна, на ній немає сучків та інших дефектів. Біомасу павловнії використовують у тваринництві для виробництва кормів. У листі павловнії міститься до 20% протеїну. Інші корми з подібним складом протеїну вартуватимуть у кілька разів дорожче.

Одним із перспективних напрямів використання біомаси павловнії є застосування її як сировини для виробництва біоетанолу. За допомогою спеціальних мікроорганізмів, що розкладають целюлозу, і ензимів, отримують паливо другого покоління (рис. 23).



Рис. 23. Заготівля деревини павловнії на промисловій плантації

Плантація павловнії площею 1 га здатна за рік переробити 120-140 т диоксиду вуглецю. Листя дерев павловнії вбирає в декілька разів більше CO₂, ніж будь-які інші дерева. Особливо великий приріст листя в перший та другий рік вегетації рослин. Швидке наростання біомаси павловнії робить її дуже продуктивною й прибутковою культурою. Серед інших переваг варто підкреслити високу якість деревини, а також її придатність для отримання, контролю та стабілізації ерозії ґрунту через його глибоку кореневу систему і здатність до фіксації CO₂.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ:

1. Створення швидкоростучих плантацій павловнії слід розглядати як перспективний інструмент для оптимізації виробництва та гарантованого постачання деревної біомаси, як високоякісної сировини для виробництва біопалива.

2. Біоенергетична культура павловнія є високопродуктивною багаторічною деревною рослиною, яка завдяки потужній кореневій системі та довготривалості використання є перспективним, економічно-вигідним претендентом для вирощування на малопродуктивних землях України.

3. Павловнія невибаглива до рівня родючості ґрунтового покриву, однак оптимальними для цієї культури є легкі, добре проникні й аеровані ґрунти із заляганням ґрунтових вод не менше 1,5 м, показниками рН 5,0-6,5, підвищеним вмістом елементів мінерального живлення, зокрема азоту та калію.

4. Перед розміщенням плантацій павловнії слід враховувати наявні ґрунтові умови, кліматичні особливості зони вирощування, захищеність території від шквальних вітрів та цільове використання культури: на тверде паливо, будівельний матеріал, медонос чи кормові цілі.

5. Особливістю технології вирощування павловнії є обов'язкове оптимальне забезпечення рослин умовами для росту й розвитку в перший рік вегетації – в першу чергу, захист від бур'янів, шкідників і хвороб. Значущими факторами впливу на онтогенез павловнії є також вологість, температура повітря й ґрунту.

6. Найпоширенішими гібридами павловнії, адаптованими до ґрунтово-кліматичних умов України є: клон *in vitro* 112; гібриди Pong Tong, (*P. tomentosa* та *P. fortunei*) та *P. nordmax*-21, що витримують низькі температури -23°C ...- 27°C .

7. У південних областях України для створення промислових плантацій павловнії можна використовувати теплолюбні види та гібриди – *P. elongata* та *P. catalpifolia*; Shan Tong; Paulownia - 9501, які можуть витримувати морози та низькі температури до $-15,0$...- $18,0^{\circ}\text{C}$.

8. В залежності від напряму господарського використання павловнії слід застосовувати й відповідні технології, схеми садіння, догляду та збирання біомаси, викладені в розділах 2 і 3 та відповідних таблицях та рисунках даних рекомендацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар В.С., Фурса А.В. Економічне обґрунтування технологій вирощування і переробки рослинної біосировини на тверді види палива. Економіка АПК. 2015. № 3. С. 22-27.
2. Бондар В.С., Гументик М.Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. Економіка АПК. 2018. № 3. С. 17-25
3. Відновлювана енергетика в Україні: сьогоднішня та перспективи. Українська асоціація відновлюваної енергетики. URL: <https://vse.energy/docs/OEW-orgel.pdf> (дата звернення: 02 липня 2018).
3. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Кучерук П.П., Олійник Є.М. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. 2018. Електронний ресурс: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-9-ua.pdf> (19 червня 2018).
4. Гументик М.Я. Оцінка ефективності переробляння біомаси енергетичних культур на біопаливо. Біоенергетика. 2016. № 2 (8). С.10-12.
5. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування Я.Д. Фучило, М.І. Ониськів, М.В. Сбитна. К; ННЦ ІАЕ, 2016. 194 с.
6. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь: монографія /за ред. члена-кореспондента НААН В. М. Сінченка [Я. Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін.]. К. : Компринт, 2018. 137 с.
7. Роїк М.В., Сінченко В.М, Бондар С.В., Фурса А.В, Гументик М.Я. Концепція розвитку біоенергетики в Україні до 2035 року. Біоенергетика. 2019. № 2 (14). С. 4-10.
8. Мацкевич О.В., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Андрієвський В.В. Павловнія: Науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019. 80 с.
9. Опис та характеристика рослини Павловнія. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/pavlovniya>.
10. Общая информация о павловнии. URL: <http://denovaagro.com/nasha-produktsiya/dekorativnye-rasteniya/pavlovniya-paulownia/obshhaya-informatsiya-o-pavlovnii>

11. Павловния: выращивание из семян и последующий уход. URL:<http://agronomwiki.ru/pavlovniya-vyrashhivanie-iz-semyan-i-posleduyushhij-uxod.html>
12. Катеринчук І. Павловнія – зелена перспектива біоенергетики Ж. Пропозиція № 10 2019.с.34-39. paulowniagroup.com.ua
13. Методы выращивания павловнии из семян. URL:<https://leo-dikiy.livejournal.com/159220.html>.
13. Власенко М.Ю., Вельямінова-Зернова Л. Д., Мацкевич В.В. Фізіологія рослин з основами біотехнології. Біла Церква, 2006. 504 с.
14. Мацкевич В.В., Подгаєцький А.А., Філіпова Л.М. Мікроклональне розмноження окремих видів рослин (протоколи технологій) Науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019. 84 с.
15. Rao C, Goh C and Kumar PP (1996). High frequency adventitious shoot regeneration from excised leaves of *Paulownia* spp. cultured in vitro. *Plant Cell Rep.* 16: 204-209.
16. Bergmann, B.A., Whetten, R. In vitro rooting and early greenhouse growth of micropropagated *Paulownia elongata* shoots. *New Forests* 15, 127–138 (1998). <https://doi.org/10.1023/A:1006591704075>
17. Ipekci Z, Altinkut A, Kazan K, Bajrovic K, Gozukirmizi N. (2001). High frequency plant regeneration from nodal explants of *Paulownia elongata*. *Plant Biol* 3:113–115.
18. Ipekci Z., Gozukirmizi N. Direct somatic embryogenesis and synthetic seed production from *Paulownia elongata*. *Plant Cell Rep* 22, 16–24 (2003). <https://doi.org/10.1007/s00299-003-0650-5>
19. Lobna, S. Taha, Soad, Ibrahim M.M., Farahat, M.M., (2008) A Micropropagation protocol of *Paulownia kowakamii* through in vitro culture technique. *Australian Journal Basic Applied Sciences*, 2(3). 594–600.
20. Imad A., Al-Tinawi Khuzama A.Q., Wasseem, I.M., Nabil, A.B., Ahmad M. Abdul Kader, (2010). Development of in vitro propagation system for *Paulownia tomentosa* L. using tissue culture techniques. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 617–628.
21. Markovic M., Vilotic D., Popovic M. (2013). Propagation of *Paulownia elongata* S. Y. Hu by axillary shoots. *Propagation of Ornamental Plants*, 13 (2), 73–77.
22. Giri C.C., Shyamkumar B., Anjaneyulu C. (2004). Progress in tissue culture, genetic transformation and applications of biotechnology to trees: an overview. *Trees*, 18(2), 115–135.

23. Ozaslan M., Can C., Aytekin T. (2005). Effect of explant source on in vitro propagation of *Paulownia tomentosa* Steud. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 19(3), 20–26.
24. Мацкевич О.В., Лісовий М.М. Особливості розмноження гібриду павловнії (*Paulownia*) *in vitro*. Біотехнологія: звершення та надії : Збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої до 120-річчя НУБІП України (14-16 листопада 2017 року, м. Київ). Компринт. С. 218–219.
25. Лісовий М.М., Григорюк Б.П., Мацкевич О.В. Біотехнологічні, фізіологічні та екологічні особливості розмноження гібриду павловнії (*Paulownia*) в культурі *in vitro* : Інноваційні агротехнології : матеріали Всеукраїнської наукової конференції 28 березня. Умань, 2018. С. 16–17.
26. Подгаєцький А.А., Мацкевич В.В., Подгаєцький А.А. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин: монографія. Біла Церква: БНАУ, 2018. 209 с.
27. Тыщенко Е.Л., Якуба Ю.Ф. Хозяйственно-биологический потенциал павловнии войлочной (*Paulownia tomentosa*) на Юге России. URL: <http://vniisubtrop-ru.1gb.ru/internet-conference/725-khozyajstvenno-biologicheskij-potentsial-pavlovnii-vojlochnoj-paulownia-tomentosa-thunb-stend-na-yuge-rossii.html>.
28. Вирощування павловнії повстяної – рідкість в саду. URL: <https://gorsad.com.ua/dachni-porady/vyraschivanie-pavlovnii-vojlochnoy-redkost-v-sadu/>.
29. Железняк И. Павловния как альтернативный источник энергии. URL: <http://atmwood.com.ua/2017/06/21/pavlovniya-kak-alternativnyj-istochnik-energii/>.
30. Требования павловнии к местоположению. URL: <https://www.cathaia.com/ru/paulownia/establishing-of-plantations/>.
31. Павловнія – квітуче дерево дракона. Поради з вирощування та догляду. URL: <http://sadoviukr.ru/rizne/dendrologija/44004-krasivocvetushhie-dereva-dragon-a.html>.
32. Выращиваем павловнию. URL: http://denovaagro.com/wp-content/uploads/2016/08/Grown_Paulownia_Ru.pdf.
33. Тыщенко Е.Л., Якуба Ю.Ф. Павловния войлочная как биоиндикатор степени загрязненности почв. Плодоводство и виноградарство Юга России. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2014. № 29 (05). URL: <http://journalkubansad.ru/get/463/>.

34. Общая информация о павловнии.
URL:<http://denovaagro.com/nasha-produktsiya/dekorativnye-rasteniya/pavlovniya-paulownia/obshhaya-informatsiya-o-pavlovnii/>.
35. Павловния *Clone In vitro 112* – самый эффективный способ использования земли, Кировоградская обл. URL: <http://agro-ukraine.com/ru/trade/m-634322/pavlovniya-clone-in-vitro-112-samyj-ehffektivnyj-sposob-ispolzovaniya-zemli/>.
36. Павловния. Схема возделывания. URL: <https://www.cathaia.com/ru/paulownia/establishing-of-plantations/planting-scheme/46-planting-scheme>.
37. Математика агробізнесу: вирощування павловнії. URL: <https://kurkul.com/blog/563-matematika-agrobiznesu-viroschuvannya-pavlovnii>.
38. Павловнія: вирощування, розмноження, посадка і догляд. URL:<https://parnyk.com/pavlovnija-viroshhuvannja-rozmnozhennja-posadka-i/>.
39. Уход за павловнией. URL: <http://paulownia.md/uhod-za-pavlovniiy>.
40. Павловнія. Який прибуток ховають в собі ці високі дерева?. URL: <https://agro-online.com.ua/ru/public/blog/46547/details/>.
41. Кондратенко П.В. Основы виробництва конкурентоспроможних плодів яблуні в Лісостепу України. П.В. Кондратенко, І.К. Омельченко, М. О. Бублик. Садівництво. 2001. № 52. С. 5 – 21.
42. Краснощеков В.С. Увлажнение грушевого сада при импульсно-капельном орошении на водонепроницаемых почвах: Сб. научн. тр. ВНИИМ и ТП В.С. Краснощеков, К.Е. Бузеева. Новое в технике и технологии полива. М., 1978. Вып.11. С. 99 – 105.
43. Адамове дерево (Павловнія): особливості вирощування та догляду. URL: <http://dachadecor.com.ua/kustarniki/adamovo-derevo-pavlovniiya-osobennosti-viraschivaniya-i-uchoda.htm>.
44. Павловния: выращивание из семян и последующий уход. URL: <https://agronomu.com/bok/5125-pavlovniya-vyraschivanie-iz-semyan-i-posleduyuschiy-uhod1.html#h-id-11>.
45. Павловнія ("алюмінієве" дерево) – новий напрямок в агробізнесі. URL:<http://www.ndipvt.com.ua/news/>.
46. Павловнія тренд у деревопереробній промисловості та біоенергетиці. URL: <https://zpu.kr.ua/ekonomika/2147-pavlovnii-trend-u-derevopererobnii-promyslovosti-ta-bioenerhetytsi>.
47. О павловнии. Применение и свойства. URL: <https://paulownia.pro/ru/paulownia/>.

48. Свойства древесины павловнии. URL:<https://paulownia-russia.ru/drevesina.html>.
49. Павловния – дерево будущего. URL: <https://agrostory.com/info-centre/fans/pavlovniya-derevo-budushchego/>.
50. Гументик М.Я., Ягольник О.О. Павловния – высокопродуктивная культура для производства биопалива та древесины. Біоенергетика. 2020. № 2 (16). С. 6-8.